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

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

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



Índice

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2
1.1 Datos generales del proyecto 2
1.1.1 Nombre del proyecto 2
1.1.2 Ubicación del proyecto 2
1.1.2.1 Ubicación de obras complementarias 5
1.1.2.1.1 Ubicación de obras de drenaje de alivio 5
1.1.2.1.2Ubicación de cabinas auxiliares de cobro 7
1.2 Datos del promovente 8
1.2.1 Nombre o razón social 8
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 8
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 8
1.2.4 Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones 8
1.3 Datos del responsable del estudio de impacto ambiental 8
1.3.1 Nombre o razón social 8
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 8
1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio 9
1.3.4 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 9
1.3.5 Colaboradores en el estudio 9

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 Nombre del proyecto

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS GAZAS COMPLEMENTARIAS Y CABINAS REMOTAS EN EL ENTRONQUE PASO DEL TORO, DE LA AUTOPISTA CÓRDOBA – VERACRUZ".

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto al que refiere este estudio se ubica en la región centro del estado de Veracruz, al noroeste del municipio de Medellín de Bravo, como se presenta en la siguiente figura; particularizando que el entronque se ubica en el Km 9+200 del tramo Córdoba - Veracruz de la autopista 150 - D, interceptando en el Km 9+500 de la Carretera Federal 180, con coordenadas UTM zona 14 Norte X:794952.49 y Y:2112438.20.

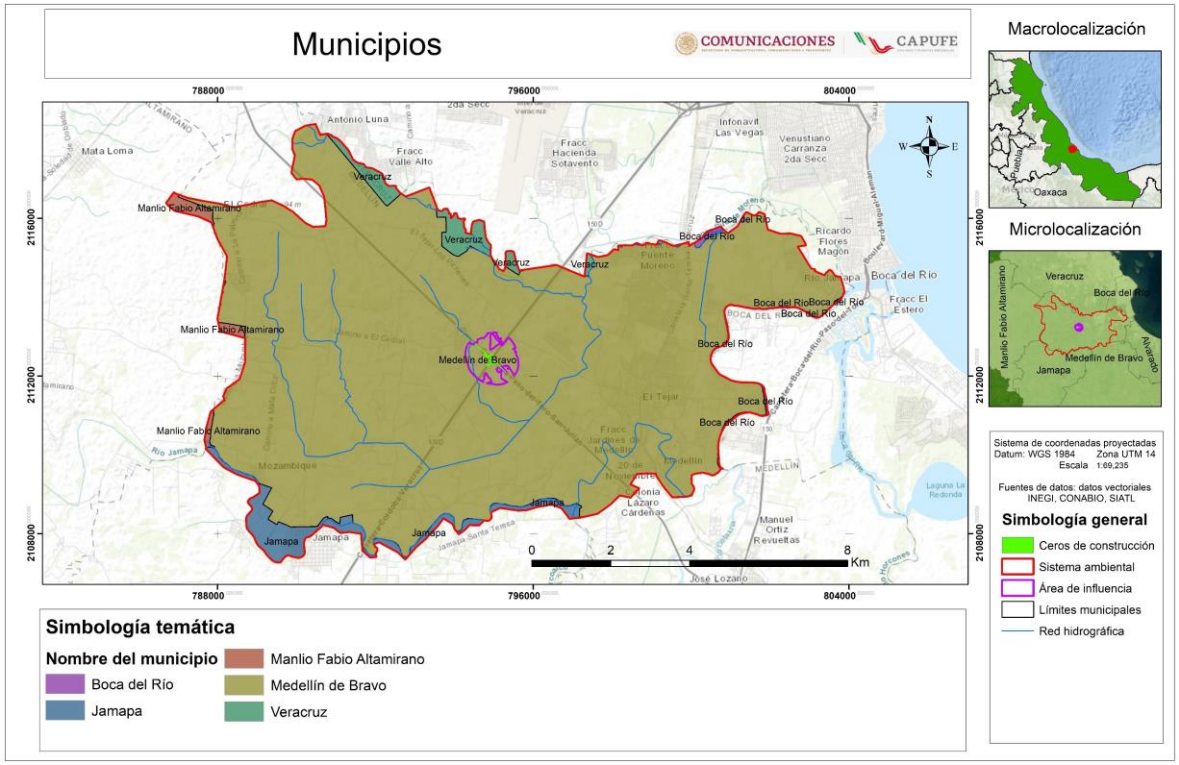


Figura 1. Ubicación municipal del entronque Paso del Toro.

Por otro lado, como ya se ha mencionado, el entronque requerirá de la construcción de tres gazas complementarias y de carriles de incorporación y desincorporación hacia la carretera federal 180, por lo tanto, para detallar la ubicación de dichas estructuras se presenta a continuación la 0 con las coordenadas UTM de las poligonales que les delimitan por cuadrante del entronque; señalando que

dichas coordenadas podrán ser consultadas en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta de anexos digitales.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las gazas del entronque Paso del Toro (WGS84 zona 14 N).

Cuadrante II			
Tipo	Cadenamiento	X	Y
Gaza complementaria	20+000	794908.59	2112496.61
	20+020	794901.07	2112514.26
	20+040	794909.35	2112532.08
	20+060	794927.93	2112538.36
	20+080	794947.80	2112540.59
	20+100	794967.11	2112537.56
	20+120	794978.51	2112521.78
	20+140	794975.03	2112502.56
Cuadrante III			
Tipo	Cadenamiento	X	Y
Gaza complementaria	30+000	794909.64	2112405.40
	30+020	794894.15	2112393.27
	30+040	794874.49	2112392.56
	30+060	794858.17	2112403.55
	30+080	794848.14	2112420.80
	30+100	794842.26	2112439.87
	30+120	794841.08	2112459.76
	30+140	794849.78	2112477.41
	30+160	794867.18	2112486.58
	30+180	794886.65	2112483.76
	30+189	794894.38	2112478.40
Carril de incorporación	50+000	794708.17	2112653.41
	50+020	794722.72	2112639.69
	50+040	794736.97	2112625.66
	50+060	794750.47	2112610.90
	50+080	794762.91	2112595.25
	50+100	794774.23	2112578.76
	50+120	794784.37	2112561.53
	50+140	794793.29	2112543.63
	50+160	794800.94	2112525.16
	50+180	794807.39	2112506.23
	50+200	794813.16	2112487.08
	50+220	794818.77	2112467.88
	50+240	794824.37	2112448.69
	50+260	794829.98	2112429.49
	50+280	794835.59	2112410.29
	50+300	794841.03	2112391.04
	50+320	794845.22	2112371.50
	50+340	794846.79	2112351.58
	50+360	794845.07	2112331.68
	50+380	794840.08	2112312.33
	50+400	794832.03	2112294.05
	50+420	794821.81	2112276.86

	50+440	794810.72	2112260.22
Cuadrante IV			
Tipo	Cadenamiento	X	Y
Gaza complementaria	40+000	794995.91	2112382.99
	40+020	795005.04	2112367.31
	40+040	795002.91	2112346.23
	40+060	794989.44	2112331.89
	40+080	794970.10	2112328.08
	40+100	794950.42	2112331.41
	40+120	794933.52	2112341.57
	40+140	794925.17	2112359.42
	40+160	794928.22	2112378.89
	40+165	794930.57	2112382.98
Carril de desincorporación	60+000	794833.50	2112232.48
	60+020	794844.68	2112249.07
	60+040	794856.38	2112265.28
	60+060	794869.66	2112280.22
	60+080	794885.17	2112292.80
	60+100	794902.63	2112302.50
	60+120	794921.52	2112309.01
	60+140	794941.23	2112312.26
	60+160	794961.20	2112313.18
	60+180	794981.20	2112313.17
	60+200	795001.20	2112313.10
	60+220	795021.20	2112312.90
	60+240	795041.14	2112311.41
	60+260	795060.64	2112307.08
	60+280	795078.97	2112299.18
	60+300	795095.58	2112288.06
	60+320	795110.74	2112275.03
	60+340	795125.33	2112261.36
	60+343	795127.80	2112259.04

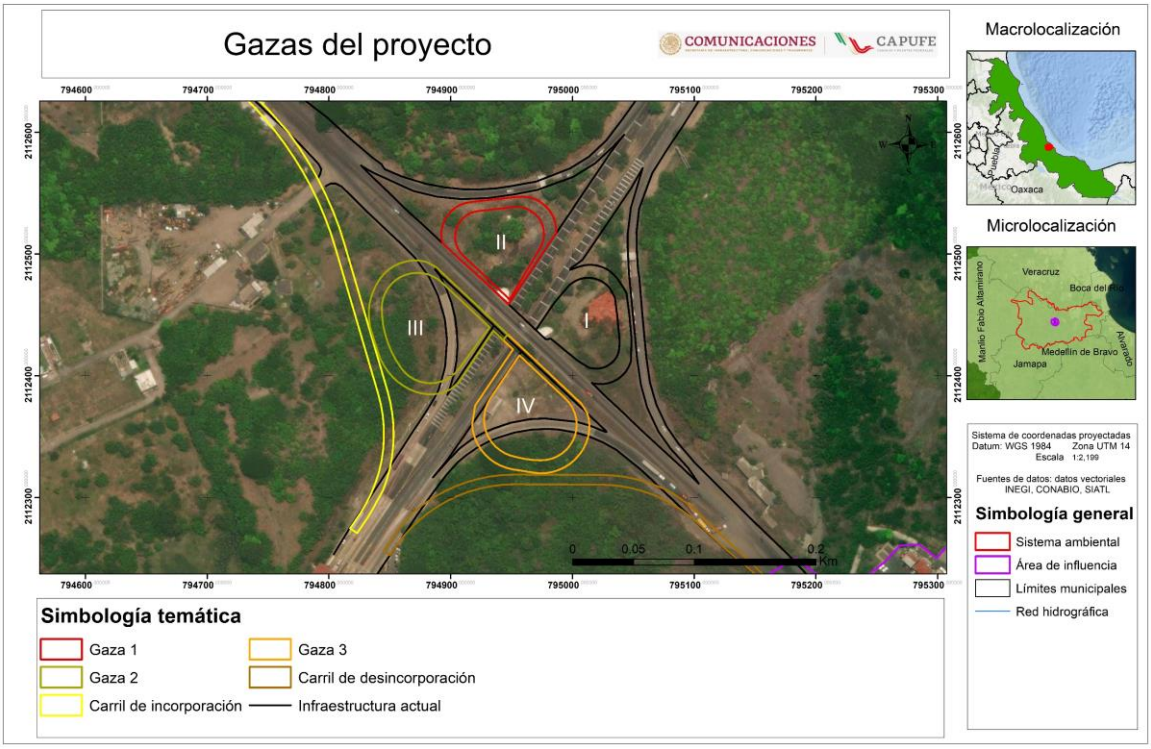


Figura 2. Plano detalle de las gazas del entronque Paso del Toro.

1.1.2.1 Ubicación de obras complementarias

1.1.2.1.1 Ubicación de obras de drenaje de alivio

En la 0 se presentan las ubicaciones de las obras de drenaje menor a construir y ampliar, resaltando que su ubicación podrá ser consultada en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta anexada de archivos digitales. De igual manera, para un mejor entendimiento de las poligonales correspondientes a las obras de drenaje menor, se presentan por cuadrantes del entronque y se presenta la Figura 3 con el plano detalle que muestra la distribución de las obras de drenaje a construir y a ampliar por la modernización del entronque.

Tabla 2. Coordenadas UTM de las obras de drenaje menor del entronque Paso del Toro (WGS84 zona 14N).

Cuadrante I					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
1	50+137	Ampliación	Entrada	795061.09	2112426.05
			Salida	795028.99	2112424.15
Cuadrante II					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
2	40+145	Ampliación	Entrada	794936.10	2112559.22
			Salida	794938.93	2112535.43
3	20+040	Construcción	Entrada	794895.33	2112541.17
			Salida	794915.44	2112528.13
4	20+100	Construcción	Entrada	794976.55	2112542.34
			Salida	794964.01	2112535.99
5	9+474	Ampliación	Entrada	794922.83	2112496.72

			Salida	794909.27	2112446.23
Cuadrante III					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
6	50+222	Construcción	Entrada	794824.65	2112468.87
			Salida	794816.62	2112464.69
7	50+321	Construcción	Entrada	794851.23	2112371.15
			Salida	794841.53	2112369.65
8	9+932	Ampliación	Entrada	794917.69	2112427.03
			Salida	794932.62	2112414.54
Cuadrante IV					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
9	9+933	Ampliación	Entrada	794933.47	2112413.83
			Salida	794949.39	2112400.51
10	9+383	Ampliación	Entrada	795006.50	2112427.04
			Salida	794969.09	2112387.76
11	60+176	Construcción	Entrada	794966.09	2112331.95
			Salida	794979.67	2112310.09
12	60+150	Construcción	Entrada	794944.04	2112319.50
			Salida	794954.72	2112309.70
13	60+202	Construcción	Entrada	795009.95	2112319.51
			Salida	795000.46	2112310.02



Figura 3. Plano detalle de las obras de drenaje menor del entronque Paso del Toro.

1.1.2.1.2Ubicación de cabinas auxiliares de cobro

Adicionalmente se construirán dos cabinas auxiliares de cobro remotas que formarán parte de caseta de cobro No. 117 – Paso del Toro, y que se ubicarán en las gazas complementarias de los cuadrantes III y IV del entronque.



Figura 4. Plano detalle de las cabinas auxiliares de cobro del entronque Paso del Toro.

Por ello en la siguiente tabla se presenta la ubicación de dichas cabinas, resaltando que su ubicación podrá ser consultada en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta anexada de archivos digitales.

Tabla 3. Coordenadas UTM de las cabinas auxiliares de cobro del entronque Paso del Toro (WGS 84 zona 14 N).

Cuadrante III				
No. de elemento	Cadenamiento	No. de vértice	X	Y
1	30+090	1	794833.59	2112442.90
		2	794834.53	2112443.19
		3	794835.71	2112435.94
		4	794836.65	2112436.22
		5	794835.70	2112434.82
		6	794837.34	2112435.26
		7	794837.74	2112428.06
		8	794839.37	2112428.56
		9	794838.32	2112426.15
		10	794839.95	2112426.64
		11	794839.64	2112421.32

		12	794841.55	2112421.91
		13	794840.55	2112420.71
		14	794841.63	2112421.23
		15	794842.80	2112416.36
		16	794843.63	2112416.76
Cuadrante IV				
No. de elemento	Cadenamiento	No. de vértice	X	Y
2	40+090	1	794972.78	2112321.71
		2	794972.76	2112320.79
		3	794967.88	2112322.32
		4	794967.85	2112320.32
		5	794962.87	2112322.99
		6	794962.59	2112321.31
		7	794960.89	2112323.31
		8	794960.62	2112321.63
		9	794954.16	2112324.51
		10	794954.01	2112322.59
		11	794953.11	2112324.58
		12	794952.89	2112323.62
		13	794946.02	2112326.20
		14	794945.80	2112325.25

1.2 DATOS DEL PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o razón social

CAPUFE (Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos)

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

CPF6307036N8

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Ing. Víctor Martínez Valencia

Gerente de Proyectos y Nuevas Tecnologías y en representación de CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESO Y SERVICIOS CONEXOS (CAPUFE).

1.2.4 Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones

Calzada de los Reyes, Número 24, Colonia Tetela del Monte, Cuernavaca, Morelos, C.P. 62130, teléfono: (777) 329-21-00, extensión 3095 y correo electrónico: eramireze@capufe.gob.mx

1.3 DATOS DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 Nombre o razón social

Scala, Supervisión, Consultoría, Asesoría y Laboratorio S.A de C.V

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

[redacted]

1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

1.3.4 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Ing. Amb. Areli Estrada Ramírez

1.3.5 Colaboradores en el estudio

[redacted]

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



CAPÍTULO 2. DESCIPCIÓN DEL PROYECTO 3

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
2.1.1 Objetivos y justificación 5
2.1.2 Antecedentes 5
2.1.3 Ubicación física 6
2.1.3.1 Ubicación de obras complementarias 9
2.1.3.2 Ubicación del proyecto con relación a áreas de importancia ecológica 13
2.1.3.3 Análisis de riesgos 15
2.1.4 Inversión requerida 17
2.1.5 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos 17
2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 18
2.2.1 Etapas y actividades programadas 19
2.2.2 Representación gráfica regional 20
2.2.3 Representación gráfica local 21
2.2.4 Diseño del proyecto 22
2.2.4.1 Cuadrante I 22
2.2.4.2 Cuadrante II 23
2.2.4.3 Cuadrante III 27
2.2.4.4 Cuadrante IV 31
2.2.4.4 Puente del entronque 35
2.2.4.5 Dimensiones 36
2.2.5 Características del área del proyecto 38
2.2.6 Programación 38
2.2.7 Estudios de campo y gabinete 40
2.2.8 Preparación del sitio y construcción 41
2.2.8.1 Contratación de mano de obra 41
2.2.8.2 Cumplimiento de medidas ambientales 41
2.2.8.3 Seguridad en obra 42
2.2.8.4 Instalación de obras provisionales 43
2.2.8.5 Desmonte y despalme 46
2.2.8.6 Operación de maquinaria y acarreo de materiales 47
2.2.8.7 Retiro de infraestructura 48
2.2.8.8 Modificación y construcción de las obras de drenaje de alivio 49
2.2.8.9 Construcción de obras de drenaje complementarias 50
2.2.8.10 Conformación de terraplenes 51
2.2.8.11 Ampliación del cuerpo B del puente 53
2.2.8.12 Pavimentación 56
2.2.8.13 Reubicación de obra inducida 58
2.2.8.14 Habilitación de cabinas auxiliares de cobro 58
2.2.8.15 Instalación de señalamiento 59
2.2.8.16 Limpieza del sitio 61
2.2.9 Operación y mantenimiento 61
2.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos y emisiones a la atmósfera 65
2.2.11 Generación de gases de efecto invernadero 71
2.3 BIBLIOGRAFÍA 75

CAPÍTULO 2. DESCIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto que se presenta en este estudio consiste en la modernización del entronque a desnivel denominado como Paso del Toro, ubicado a un costado de la Plaza de Cobro 117 – Paso del Toro, desde el Km 9+780 del tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D hasta su Km 10+300, en el municipio de Medellín de Bravo, estado de Veracruz; el cual intercede con la Carretera Federal 180 en el Km 9+960.

Es importante para el presente estudio señalar que un entronque a desnivel es definido como una obra de infraestructura civil que permite la intersección entre dos tramos de vialidades, de manera que los usuarios de ambos tramos puedan acceder con facilidad de una vía de comunicación a la otra con la cual intercede, debido a que el entronque permite garantizar la seguridad de los usuarios gracias a su capacidad para controlar el flujo vehicular.

Actualmente la autopista 150 – D se encuentra entre una de las diez autopistas con mayor volumen vehicular del país debido a que conecta a la capital de la República con la ciudad portuaria de Veracruz, permitiendo el flujo de personas y mercancías desde el puerto hasta centros industriales y ciudades del Valle de México, incluyendo además a los estados de Puebla, Estado de México y Tlaxcala; por otro lado, intercede en su Km 9+960 con la Carretera 180 en su tramo Cardel – Paso del Toro (Km 9+420), mediante un entronque que permite a los usuarios realizar los traslados que se describen a continuación, señalando que para un mejor entendimiento de esta descripción es que se presenta la Figura 1.

- Permite la incorporación de los vehículos a la autopista 150 – D en dirección a Veracruz, desde la carretera 180 en sentido hacia Cardel (Cuadrante I).

- Recientemente se construyó una gaza que permite la desincorporación de los vehículos que transitan sobre la autopista 150 – D en dirección a Veracruz, hacia la carretera 180 en sentido a Cardel (Gaza existente).

- Permite la desincorporación de los vehículos que transitan sobre la autopista 150 – D en dirección a Córdoba, hacia la carretera 180 en dirección a Cardel (Cuadrante II).

- Permite la incorporación de los vehículos a la autopista 150 – D en dirección a Córdoba, desde la carretera 180 en dirección a Paso del Toro (Cuadrante III).

- Finalmente permite la desincorporación de los vehículos que transitan sobre la autopista 150 – D en dirección a Veracruz, hacia la carretera 180 en dirección a Paso del Toro (Cuadrante IV).

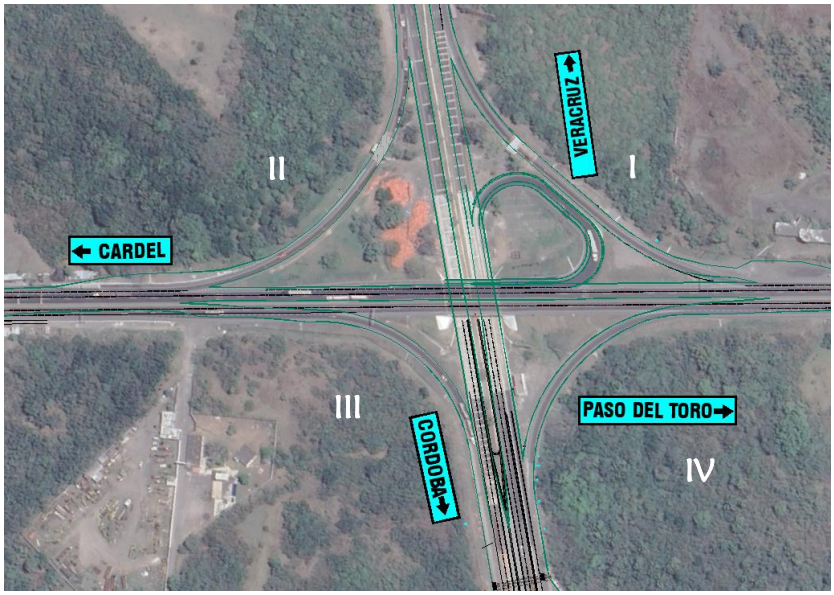


Figura 1. Direcciones del entronque Paso del Toro

No obstante, debido a la demanda que presenta dicho entronque y al riesgo que generan las maniobras improvisadas realizadas por los usuarios de la autopista 150 – D para incorporarse y desincorporarse de la vialidad, es que Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) promueve con recursos públicos de procedencia federal el proyecto que contempla el diseño y modernización del entronque Paso del Toro, lo cual incluye la **construcción y operación de tres gazas complementarias,** el **establecimiento de segmentos para la aceleración y desaceleración** para los vehículos, la **instalación de cabinas remotas de cobro** y finalmente la **construcción y ampliación de las obras de drenaje menores**.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), creado en común acuerdo entre los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá para la clasificación económica conjunta de América del Norte, el proyecto se clasifica dentro del sector económico número 23-Construcción, en el subsector 237-Construcción de obras de ingeniería civil, particularizando en la rama 2373-Construcción de vías de comunicación y subrama 23731-Construcción de vías de comunicación, señalando que la clase de actividad se cataloga como 237312-Construcción de carreteras, puentes y similares. Particularmente la actividad económica de la construcción de carreteras, puentes y similares hace referencia a los trabajos de construcción, pudiéndose tratar de trabajos nuevos, ampliaciones, remodelaciones, mantenimiento o reparaciones, de autopistas, terracerías, pasos a desnivel y otros que requieren de habilidades y equipos específicos para dichos fines.

La modernización del entronque Paso del Toro se alinea directamente con la visión y objetivos del Plan Veracruzano de Desarrollo 2025-2030 y con las líneas de acción del Plan Municipal de Desarrollo 2022 – 2025 de Medellín de Bravo dado que contribuye al desarrollo de infraestructura estratégica que favorece a la conectividad, movilidad y seguridad, a fortalecer las condiciones para el desarrollo económico y social sostenible y a apoyar al flujo eficiente de bienes y personas. Así mismo, se relaciona directamente con el Programa de Ordenamiento Ecológico y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y con del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zonza Conurbada de Veracruz – Boca del Río – Medellín – Alvarado y su actualización; para revisión de la vinculación del proyecto con los instrumentos normativos señalados, se deberá consultar el Capítulo 3 del presente documento.

Concluyendo que, en función de la ubicación, características y alcance del proyecto, y en observancia de lo que disponen los Artículo 28°, fracciones I y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; Artículo 5, incisos B) y O) y Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en

materia de Evaluación de Impacto Ambiental, es que se presenta la siguiente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular sin actividad altamente riesgosa.

2.1.1 Objetivos y justificación

El objetivo puntual del presente proyecto es recuperar el nivel de servicio en términos de infraestructura carretera moderna, segura y de calidad, de la autopista 150 – D a cargo del organismo público descentralizado Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) debido a que se ha identificado que el entronque Paso del Toro de la autopista Córdoba – Veracruz es un punto de conflicto en su cruce con la Carretera Federal 180.

El problema radica en que los usuarios que transitan sobre la autopista 150 – D en cualquiera de sus sentidos y que quieren incorporarse a la carretera federal 180 en cualquiera de sus sentidos o realizar un retorno sobre la misma autopista, cuentan con dificultades para dicha transición debido a la falta de gazas en el entronque para realizar los movimientos y desincorporaciones e incorporaciones de manera segura; lo que provoca que los usuarios realicen maniobras improvisadas que generan congestión vehicular y en peores casos, riesgos de colisión con otros vehículos. Por tanto, es motivo del presente proyecto mejorar la accesibilidad desde y hacia la autopista 150 – D mediante la **construcción de gazas complementarias para el entronque Paso del Toro y las adecuaciones que derivan**.

Mediante la construcción de las tres gazas complementarias, se permitirá a los usuarios realizar las siguientes incorporaciones y desincorporaciones de la autopista; señalando no se cancelarán los traslados descritos anteriormente:

- Permitirá la incorporación de los vehículos a la autopista 150 – D en dirección a Córdoba, que provienen de la carretera 180 en dirección a Cardel (Cuadrante II).

- Permitirá la desincorporación de los vehículos que transitan sobre la autopista 150 – D en dirección a Córdoba, hacia la carretera 180 en sentido a Paso del Toro (Cuadrante III).

- Permitirá la incorporación de los vehículos a la autopista 150 – D en dirección a Veracruz, que provienen de la carretera 180 en dirección a Paso del Toro (Cuadrante IV).

- Finalmente, permitirá un retorno seguro para los usuarios de ambos tramos, independientemente del sentido en que vayan y al que quieran cambiar.

Indicando que se espera que mediante los trabajos de modernización del entronque Paso del Toro, se pueda brindar una mejor accesibilidad desde y hacia la autopista Córdoba – Veracruz, para prevenir accidentes y reduciendo el congestionamiento vehicular que se genera en el sitio, lo que conjuntamente permitirá una mejora en términos de eficiencia y seguridad del flujo vehicular.

2.1.2 Antecedentes

La autopista 150 – D fue inaugurada el 5 de mayo de 1962 como parte de un impulso del Gobierno Federal para mejorar la conectividad de la ruta México – Veracruz debido a su valor estratégico para facilitar el comercio y reducir los tiempos de traslado entre el puerto y la capital. Actualmente la autopista es operada en distritos tramos, correspondiéndole a CAPUFE el tramo Córdoba – Veracruz, aquel en que se realizará la modernización del entronque Paso del Toro.

La construcción y puesta en operación del entronque se relaciona directamente con la instalación de la Caseta de Cobro No. 117 en la década de 1990 y fungió para conectar parcialmente la autopista 150 – D con la carretera 180 con la que intercede. A continuación, se presenta una imagen correspondiente a la carta topográfica E14B49 del estado de Veracruz del año 1998 (INEGI), la cual se anexa en los archivos digitales del presente estudio; en la cual se puede apreciar la autopista 150 – D, su intersección

con la carretera 180 y el entronque en que se pretende llevar a cabo las obras de modernización, el cual es remarcado en el mapa.

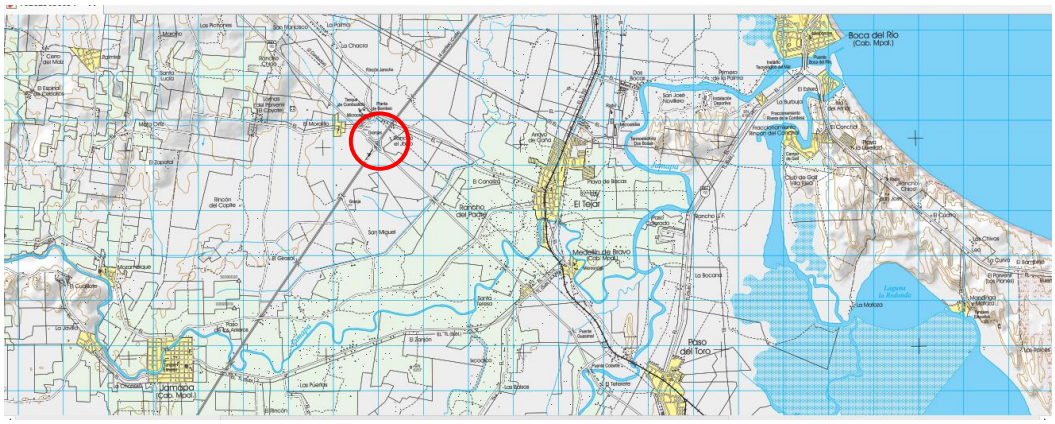


Figura 2. Carta topográfica E14B49 (1998).

2.1.3 Ubicación física

El proyecto al que hace referencia este estudio se ubica en la región centro del estado de Veracruz, al noreste del municipio de Medellín de Bravo como se presenta en la siguiente figura; particularizando que el entronque se ubica desde el Km 9+780 del tramo Córdoba – Veracruz, de la autopista 150 – D, con coordenadas UTM (Zona 14 Norte) X: 794847.89, Y: 2112287.80, intercede puntualmente con la Carretera Federal 180 en el Km 9+960, con coordenadas X:794948.45 , Y: 2112437.20 y finaliza en el Km 10+300 con coordenadas X: 795138.24, Y: 2112719.18; por otro lado, el entronque abarca un segmento de la misma carretera que intercede, desde el Km 8+940 de la carretera 180, con coordenadas UTM X: 795306.33, Y: 2111200.16 hasta el Km 10+000, con coordenadas X: 794534.56, Y: 2112826.17.

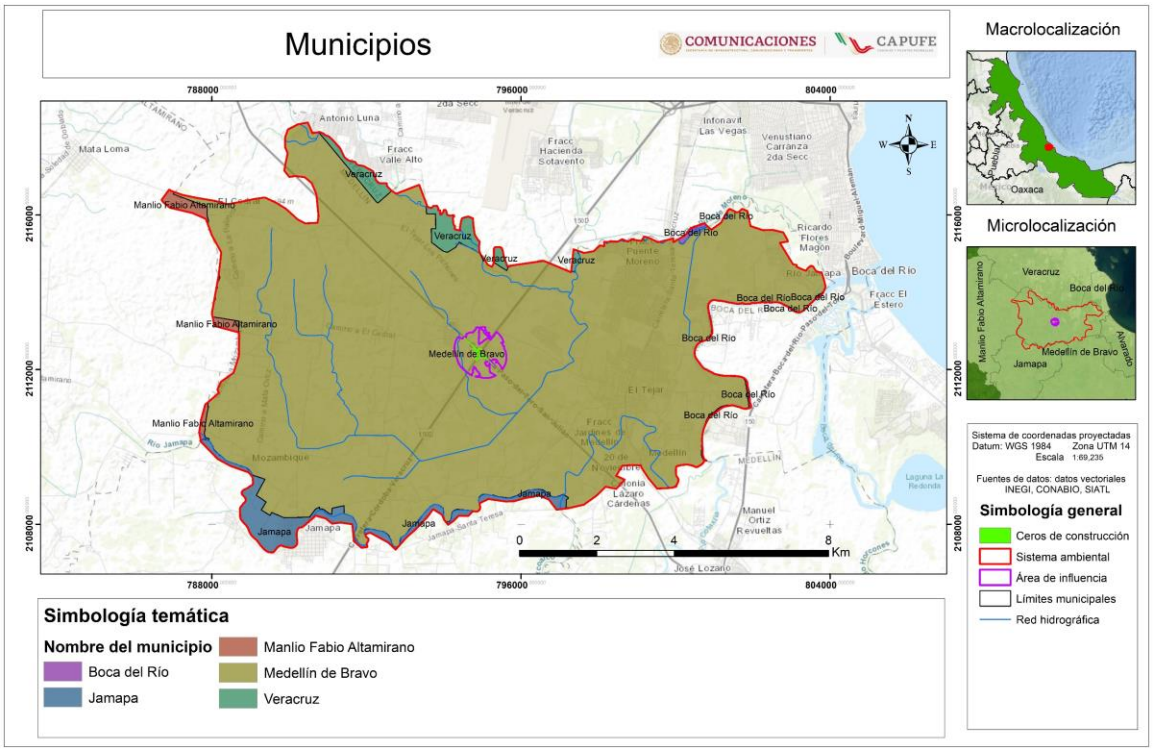


Figura 3. Ubicación municipal del entronque Paso del Toro

Por otro lado, como ya se ha mencionado, el entronque requerirá de la construcción de tres gazas complementarias y de carriles de incorporación y desincorporación hacia la carretera federal 180, por lo tanto, para detallar la ubicación de dichas estructuras se presenta a continuación la Tabla 1 con las coordenadas UTM de las poligonales que les delimitan por cuadrante del entronque; señalando que dichas coordenadas podrán ser consultadas en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta de anexos digitales.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las gazas del entronque Paso del Toro (WGS84 zona 14 N)

Cuadrante II				
No.	Tipo	Cadenamiento	X	Y
1	Gaza complementaria	20+000	794908.59	2112496.61
		20+020	794901.07	2112514.26
		20+040	794909.35	2112532.08
		20+060	794927.93	2112538.36
		20+080	794947.80	2112540.59
		20+100	794967.11	2112537.56
		20+120	794978.51	2112521.78
		20+140	794975.03	2112502.56
Cuadrante III				
No.	Tipo	Cadenamiento	X	Y
2	Gaza complementaria	30+000	794909.64	2112405.40
		30+020	794894.15	2112393.27
		30+040	794874.49	2112392.56
		30+060	794858.17	2112403.55
		30+080	794848.14	2112420.80

		30+100	794842.26	2112439.87
		30+120	794841.08	2112459.76
		30+140	794849.78	2112477.41
		30+160	794867.18	2112486.58
		30+180	794886.65	2112483.76
		30+189	794894.38	2112478.40
3	Carril de incorporación	50+000	794708.17	2112653.41
		50+020	794722.72	2112639.69
		50+040	794736.97	2112625.66
		50+060	794750.47	2112610.90
		50+080	794762.91	2112595.25
		50+100	794774.23	2112578.76
		50+120	794784.37	2112561.53
		50+140	794793.29	2112543.63
		50+160	794800.94	2112525.16
		50+180	794807.39	2112506.23
		50+200	794813.16	2112487.08
		50+220	794818.77	2112467.88
		50+240	794824.37	2112448.69
		50+260	794829.98	2112429.49
		50+280	794835.59	2112410.29
		50+300	794841.03	2112391.04
		50+320	794845.22	2112371.50
		50+340	794846.79	2112351.58
		50+360	794845.07	2112331.68
		50+380	794840.08	2112312.33
		50+400	794832.03	2112294.05
		50+420	794821.81	2112276.86
		50+440	794810.72	2112260.22
		Cuadrante IV		
No.	Tipo	Cadenamiento	X	Y
4	Gaza complementaria	40+000	794995.91	2112382.99
		40+020	795005.04	2112367.31
		40+040	795002.91	2112346.23
		40+060	794989.44	2112331.89
		40+080	794970.10	2112328.08
		40+100	794950.42	2112331.41
		40+120	794933.52	2112341.57
		40+140	794925.17	2112359.42
		40+160	794928.22	2112378.89
		40+165	794930.57	2112382.98
5	Carril de desincorporación	60+000	794833.50	2112232.48
		60+020	794844.68	2112249.07
		60+040	794856.38	2112265.28
		60+060	794869.66	2112280.22
		60+080	794885.17	2112292.80
		60+100	794902.63	2112302.50
		60+120	794921.52	2112309.01
		60+140	794941.23	2112312.26
		60+160	794961.20	2112313.18

		60+180	794981.20	2112313.17
		60+200	795001.20	2112313.10
		60+220	795021.20	2112312.90
		60+240	795041.14	2112311.41
		60+260	795060.64	2112307.08
		60+280	795078.97	2112299.18
		60+300	795095.58	2112288.06
		60+320	795110.74	2112275.03
		60+340	795125.33	2112261.36
		60+343	795127.80	2112259.04



Figura 4. Plano detalle de las gazas del entronque Paso del Toro

2.1.3.1 Ubicación de obras complementarias

2.1.3.1.1 Ubicación de obras de drenaje de alivio

En la Tabla 2 se presentan las ubicaciones de las obras de drenaje menor a construir y ampliar, resaltando que su ubicación podrá ser consultada en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta anexada de archivos digitales. De igual manera, para un mejor entendimiento de las poligonales correspondientes a las obras de drenaje menor, se presentan por cuadrantes del entronque y se presenta la Figura 5 con el plano detalle que muestra la distribución de las obras de drenaje a construir y a ampliar por la modernización del entronque.

Tabla 2. Coordenadas UTM de las obras de drenaje menor del entronque Paso del Toro (WGS84 zona 14N)

Cuadrante I					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y

1	50+137	Ampliación	Entrada	795061.09	2112426.05
			Salida	795028.99	2112424.15
Cuadrante II					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
2	40+145	Ampliación	Entrada	794936.10	2112559.22
			Salida	794938.93	2112535.43
3	20+040	Construcción	Entrada	794895.33	2112541.17
			Salida	794915.44	2112528.13
4	20+100	Construcción	Entrada	794976.55	2112542.34
			Salida	794964.01	2112535.99
5	9+474	Ampliación	Entrada	794922.83	2112496.72
			Salida	794909.27	2112446.23
Cuadrante III					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
6	50+222	Construcción	Entrada	794824.65	2112468.87
			Salida	794816.62	2112464.69
7	50+321	Construcción	Entrada	794851.23	2112371.15
			Salida	794841.53	2112369.65
8	9+932	Ampliación	Entrada	794917.69	2112427.03
			Salida	794932.62	2112414.54
Cuadrante IV					
No. de elemento	Cadenamiento	Especificación	Punto	X	Y
9	9+933	Ampliación	Entrada	794933.47	2112413.83
			Salida	794949.39	2112400.51
10	9+383	Ampliación	Entrada	795006.50	2112427.04
			Salida	794969.09	2112387.76
11	60+176	Construcción	Entrada	794966.09	2112331.95
			Salida	794979.67	2112310.09
12	60+150	Construcción	Entrada	794944.04	2112319.50
			Salida	794954.72	2112309.70
13	60+202	Construcción	Entrada	795009.95	2112319.51
			Salida	795000.46	2112310.02



Figura 5. Plano detalle de las obras de drenaje menor del entronque Paso del Toro

2.1.3.1.2 Ubicación de cabinas auxiliares de cobro

Adicionalmente se construirán dos cabinas auxiliares de cobro remotas que formarán parte de caseta de cobro No. 117 – Paso del Toro, y que se ubicarán en las gazas complementarias de los cuadrantes III y IV del entronque.



Figura 6. Plano detalle de las cabinas auxiliares de cobro del entronque Paso del Toro

Por ello en la siguiente tabla se presenta la ubicación de dichas cabinas, resaltando que su ubicación podrá ser consultada en los archivos SHP, KMZ y Excel, dentro de la carpeta anexada de archivos digitales.

Tabla 3. Coordenadas UTM de las cabinas auxiliares de cobro del entronque Paso del Toro (WGS 84 zona 14 N)

Cuadrante III				
No. de elemento	Cadenamiento	No. de vértice	X	Y
1	30+090	1	794833.59	2112442.90
		2	794834.53	2112443.19
		3	794835.71	2112435.94
		4	794836.65	2112436.22
		5	794835.70	2112434.82
		6	794837.34	2112435.26
		7	794837.74	2112428.06
		8	794839.37	2112428.56
		9	794838.32	2112426.15
		10	794839.95	2112426.64
		11	794839.64	2112421.32
		12	794841.55	2112421.91
		13	794840.55	2112420.71
		14	794841.63	2112421.23
		15	794842.80	2112416.36
		16	794843.63	2112416.76
Cuadrante IV				

No. de elemento	Cadenamiento	No. de vértice	X	Y
2	40+090	1	794972.78	2112321.71
		2	794972.76	2112320.79
		3	794967.88	2112322.32
		4	794967.85	2112320.32
		5	794962.87	2112322.99
		6	794962.59	2112321.31
		7	794960.89	2112323.31
		8	794960.62	2112321.63
		9	794954.16	2112324.51
		10	794954.01	2112322.59
		11	794953.11	2112324.58
		12	794952.89	2112323.62
		13	794946.02	2112326.20
		14	794945.80	2112325.25

2.1.3.2 Ubicación del proyecto con relación a áreas de importancia ecológica

2.1.3.2.1 Áreas Naturales Protegidas

En el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, para mayor información consultar el Capítulo 4 del presente documento, no se encuentra ninguna área natural protegida (ANP) de carácter federal, siendo que la más cercana al sitio es el Sistema Arrecifal Veracruzano a 3.8 Km del SA y a 11 Km del área de influencia (AI) del proyecto, por lo cual no se prevén impactos derivados de la ejecución del proyecto sobre la superficie de la ANP, como se presenta a continuación.

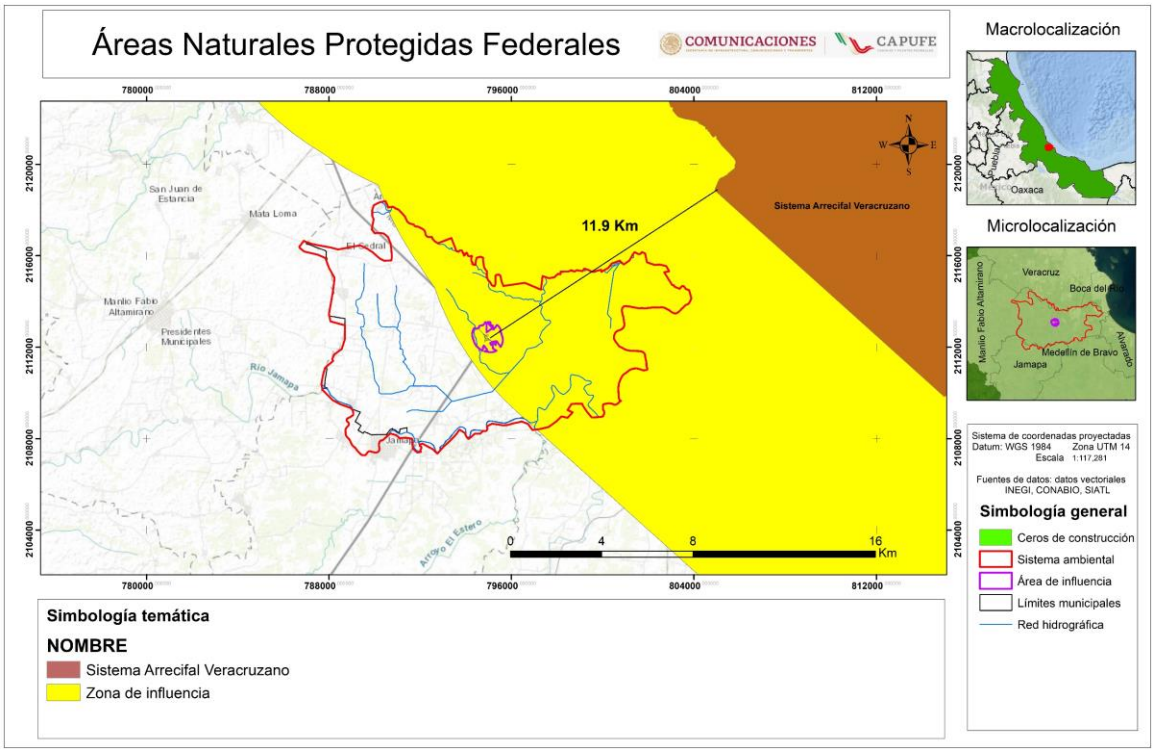


Figura 7. Ubicación del ANP federal Sistema Arrecifal Veracruzano con respecto al SA del proyecto

Con respecto a ANP´s de carácter estatal, dentro del SA se encuentra una porción de la denominada Tembladeras – Laguna Olmeca, la cual corresponde a un humedal con categoría de Reserva Ecológica, aunque bien, esta superficie se encuentra fuera del AI a una distancia aproximada de 550 m, de forma que derivado de la ejecución del proyecto no se esperan afectaciones en dicha superficie. Por otro lado, al noreste del SA y colindante con él, se encuentra otra ANP estatal, correspondiente a Arroyo Moreno; sin embargo, se encuentra a una distancia de 7 Km del AI del proyecto, por lo que igualmente no se prevén afectaciones en dicha superficie, la ubicación de ambas ANP´s se presenta en la siguiente imagen.

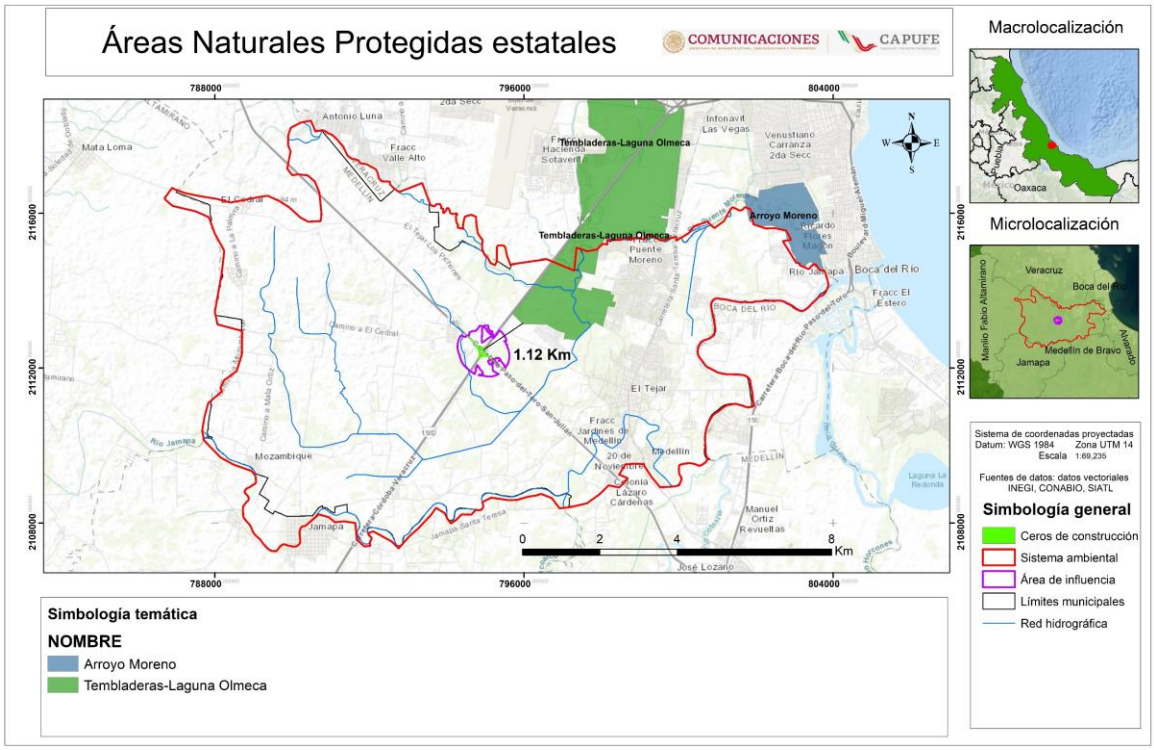


Figura 8. Ubicación de las ANP´s estatales Tembladeras – Laguna Olmeca y Arroyo Moreno con respecto al SA del proyecto

2.1.3.2.2 Regiones prioritarias

Por la ubicación del proyecto, debe mencionarse que el SA no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), señalando que las más cercanas al proyecto son las Dunas Costeras del Centro de Veracruz a 7.9 Km y lo Humedales de Papaloapan a una distancia de 30.6 Km del SA. De la misma manera no se localiza cercano a Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), señalando que la más cernada al SA corresponde a la denominada Río la Antigua y se encuentra a 10.7 Km en línea recta.

Sin embargo, el SA si se localiza dentro de la superficie de la Región Marina Prioritaria (RMP) conocida como Laguna Verde – Atón Lizardo como se presenta en la siguiente figura. En ella predominan actividades turísticas debido a su cercanía con la zona hotelera del Puerto de Veracruz, de Villa Rica y de Chachalacas; así como actividades de explotación pesquera, actividad petrolera, industrial y urbana.

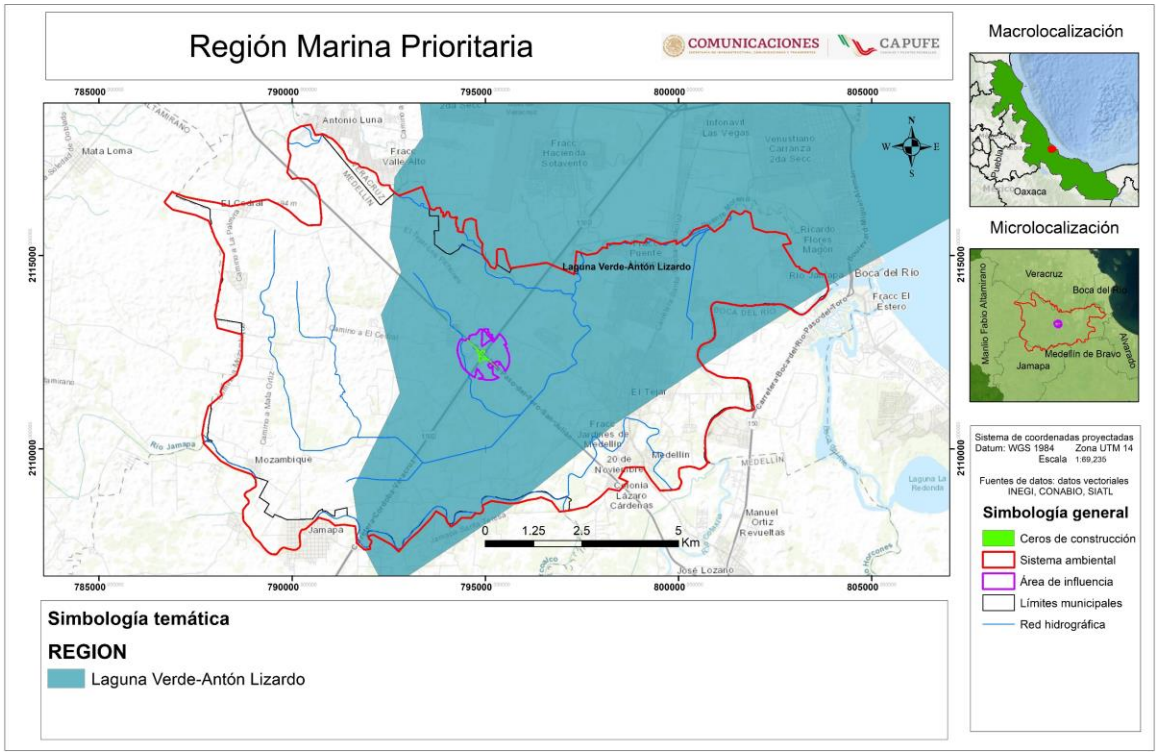


Figura 9. Ubicación de la RMP Laguna Verde – Atón Lizardo con respecto al SA del proyecto

2.1.3.3 Análisis de riesgos

2.1.3.3.1 Regionalización sísmica

El riesgo geológico se refiere a la probabilidad de que un fenómeno natural geológico como sismos, deslizamientos de tierra o erupción volcánica se presente en la zona en que se desarrollará el proyecto, pudiendo causar estragos a la infraestructura en construcción del entronque, particularmente sismos cuyas vibraciones son causadas por la liberación de energía acumulada de manera espontánea debido a procesos de fallas geológicas.

De acuerdo con la zonificación de sismicidad de la República que elabora la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se delimitan cuatro zonas de regionalización sísmica divididas en A: muy bajo, B: bajo, C: alto y D: muy alto, lo cual está en función de la cantidad de sismos que se presentan en cada región y en su magnitud, por lo cual es importante identificar la categorización del área en que se desarrollará la obra con el fin de proponer estrategias de minimización de riesgos en caso de que aplique. Por lo cual con respecto a la zona en que se desarrollará el proyecto, se puede ubicar en una zona de baja susceptibilidad (CENAPRED, 2020).

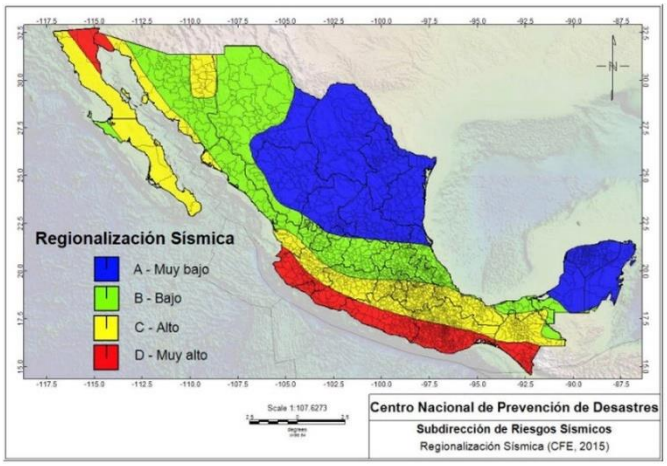


Figura 10. Regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015)

2.1.3.3.2 Vulnerabilidad al cambio climático

De acuerdo con las proyecciones de vulnerabilidad al cambio climático del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) a través del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, se obtuvieron los resultados presentados en la siguiente tabla en la que se presentan los grados y tipo de vulnerabilidad en consideración de criterios de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

Tabla 4. Vulnerabilidad al cambio climático del municipio de Medellín, Veracruz

Tipo de vulnerabilidad	Capacidad adaptativa	Exposición actual
Vulnerabilidad de asentamientos humanos por deslaves	Baja	Muy alto
Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones	Baja	Muy Alto
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico	Baja	Muy alto
Vulnerabilidad de la producción ganadera por estrés hídrico	Baja	Muy alto
Vulnerabilidad de la producción ganadera por inundaciones	Baja	Muy alto

Los deslaves ocurren cuando las precipitaciones intensas saturan el suelo, aumentando su peso volumétrico y por tanto reducen su resistencia al esfuerzo cortante, ocasionando el arrastre de rocas, tierra y escombros pesados que ocasionan la pérdida de propiedades e infraestructura que impactan en la economía de la región, así como de viviendas o inclusive que pueden ocasionar muertes humanas. Las zonas al pie o sobre laderas y montañas son particularmente expuestas a un mayor riesgo de deslizamiento del terreno debido a su inestabilidad especialmente en suelos sin vegetación y que se encuentran es estado erosionado.

Las inundaciones se relacionan con parámetros climáticos como la intensidad, duración, temporalidad y distribución espacial de la precipitación acumulada y con su relación con el comportamiento de la cunca hidrológica … ante eventos extremos para infiltrar la precipitación pluvial en dependencia de la naturaleza del suelo y cobertura vegetal del sitio; de forma que el vínculo entre estos criterios permite identificar zonas potenciales a inundarse. Los asentamientos humanos o zonas de actividad productiva que se ven potencialmente afectados por las inundaciones pueden tener repercusiones en la vida

humana debido a la devastación de infraestructura que conlleva pérdidas económicas en la región y más importante aún a riesgos de muerte, lesiones y salubridad.

La producción forrajera hace referencia a los cultivos que se utilizan para la alimentación del ganado y los cuales están en dependencia del clima, precipitación, suelo, especies utilizadas y de su forma de manejo para determinar su rendimiento y calidad; por lo cual, en situación de déficit de agua en la región, limita la madurez del cultivo y por consiguiente disminuye su valor nutritivo, digestibilidad y dificulta el crecimiento del forraje. Los criterios que se toman en consideración para determinar la vulnerabilidad de la zona tienen que ver con la aridez y escases de precipitación anual, así como de los usos del suelo y su resistencia a condiciones adversas.

La producción ganadera se ve afectada en zonas impactadas por sequía debido a que esta condición limita los recursos alimenticios y de bebida para el ganado, por lo cual se relaciona con las variables climáticas que determinan el balance del agua del sitio y que definen los periodos de escases del recurso; la vulnerabilidad de la producción ganadera está íntimamente relacionada con la vulnerabilidad de producción forrajera ya que la producción ganadera se ve directamente afectada en caso de que disminuya el rendimiento y calidad del forraje.

Por último, la producción ganadera también se ve afectada por eventos hidrometereológicos debido a que las inundaciones pueden ocasionar la muerte del ganado por ahogamiento, falta de forraje, afectación del ciclo reproductivo del ganado y enfermedades por exposición a lodos con materia fecal. Se ve influenciada por las características hidrológicas de la cuenca hidrológica…, la capacidad instalada y estado de conservación de la infraestructura hidroagrícola, desbordamiento de escorrentías y precipitación acumulada (INECC, 2019).

2.1.4 Inversión requerida

La obra en cuestión trata primordialmente de la modernización del entronque ubicado en el Km 9+960 del tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D, para ello se contempla la construcción de 3 gazas, dos carriles de incorporación o desincorporación, la instalación de cabinas auxiliares de cobro y de la sustitución de sus obras de drenaje menor; por lo cual CAPUFE realizará una inversión de $455,590,000 MXN (cuatrocientos cincuenta y cinco millones quinientos noventa mil pesos 00/100 M.N) o $24,830,905.24 USD, de acuerdo con la paridad (fix) establecida por el Banco de México de 18.3477 con fecha de consulta del 8 de octubre de 2025; presupuesto que incluye el costo aproximado de las medidas de prevención y mitigación previstas y presentadas en el Capítulo 6 del presente documento.

Tabla 5. Inversión requerida para la modernización del entronque Paso del Toro

Etapa del proyecto	Cantidad ($)	Porcentaje (%)
Preparación del sitio	68,338,500	15
Construcción	296,133,500	65
Operación y mantenimiento	45,559,000	10
Medidas de prevención y mitigación	45,559,000	10
Total	**455,590,000.00**	**100**

2.1.5 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

Como se ha descrito anteriormente, el entronque se ubica en el Km 9+960 del tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D e intercede con la carretera federal 180, las cuales deben ser

consideradas como las vías de acceso al sitio para trabajadores provenientes o con residencia en Veracruz, Boca del Río, Medellín, El Tejar, Mozambique y otras localidades alrededor de la zona.

A 250 m del entronque se localiza la caseta de cobro 117 – Paso del Toro y sus instalaciones administrativas, las cuales cuentan con energía eléctrica, abastecimiento de agua potable y drenaje. Adicionalmente, en los costados del entronque se aprecian postes de luz y registros de CFE, así como registros de Telmex. Por último, alrededor la zona del proyecto se destaca la localización de dos estaciones de suministro de gasolina, las instalaciones de una empresa del sector de construcción y una planta de fabricación de mezclas y emulsiones asfálticas.



Figura 11. Ejemplificación de registros de CFE en el sitio

Puede concluirse que en el sitio será posible disponer de los mismos servicios básicos y de apoyo para el desarrollo del proyecto, por lo cual la empresa contratista deberá entrar en contacto con las instituciones pertinentes para el suministro de los servicios que considere necesarios para la etapa de construcción de la obra y que se dejarán instalados para la etapa de operación del entronque y sus respectivas cabinas auxiliares de cobro. Señalando que el contratista deberá contemplar los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica, sistemas de recolección de residuos, estaciones de combustible y otros que considere necesarios para la ejecución de la obra y tomando en consideración que el agua a utilizar para la etapa de construcción.

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Sobre el tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D, cuyas características se presentan en la Tabla 6, se planea modificar el entronque Paso del Toro que intercede con la carretera 180 en el Km 9+960; dicha modificación del entronque involucra la construcción y operación de tres gazas, la sustitución de las obras de drenaje menor, la instalación de cabinas auxiliares de cobro y las adecuaciones necesarias al entronque para dichos fines.

Tabla 6. Especificaciones de operación de la autopista 150 – D

Concepto	Descripción
Nombre	Carretera Federal 150 – D
Tramo	Córdoba – Veracruz
Tipo	A4
No. de carriles	4 carriles, 2 por sentido
Superficie de rodamiento	Pavimento flexible
Velocidad de operación	90 Km/h

Flujo vehicular	35,997 vehículos en ambos sentidos

Por tanto, la información presentada en la siguiente Tabla 7, contine las especificaciones actuales y proyectadas del entronque Paso del Toro, señalando que las especificaciones de anchuras, superficie de rodamiento y velocidad máxima son aplicables a todas las gazas y carriles de incorporación y desincorporación del entronque, a excepción de sus longitudes proyectadas, por lo que se presentan de manera independiente en la Tabla 8.

Tabla 7. Tabla comparativa por la modernización del entronque Paso del Toro

Concepto	Descripción actual	Descripción proyectada
No. de gazas	1	4
No. de carriles de incorporación	2	2
No. de carriles de desincorporación	2	2
No. de carriles por gaza	1	1
Ancho de carril	4.5 m	4.5 m
Ancho de acotamientos	1 y 2.5 para acotamientos externos e internos, respectivamente	1 y 2.5 m para acotamientos externos e internos, respectivamente
Ancho de corona	8 m	8 m
Superficie de rodamiento	Pavimento flexible	Pavimento flexible
Velocidad máxima de operación	30 Km/h	30 Km/h

Tabla 8. Longitudes proyectadas de los ejes de las gazas y carriles de incorporación y desincorporación del entronque Paso del Toro

Elemento	Longitud (m)
Gaza complementaria 1	139.94
Gaza complementaria 2	189.29
Carril de incorporación	440.77
Gaza complementaria 3	164.59
Carril de desincorporación	343.62

2.2.1 Etapas y actividades programadas

Para el proyecto se prevén las siguientes etapas, actividades y subactividades desglosadas en la siguiente tabla, para el proceso constructivo de la modernización del entronque.

Tabla 9. Etapas y actividades previstas para la modernización del entronque Paso del Toro

Etapa	Actividad	Subactividad
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra	
	Cumplimiento de medidas ambientales	
	Seguridad en obra	Colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad en obra
		Desvío y cierre parcial de troncal y gazas
	Instalación de obras provisionales	

	Desmonte y despalme	
Construcción	Operación de maquinaria y acarreo de materiales	
	Retiro de infraestructura	Retiro de señalamiento existente
		Fresado de la carpeta actual
		Retiro de obras de drenaje existentes
		Retiro de obras inducidas
	Modificación y construcción de obras de drenaje de alivio	Excavaciones
		Construcción de obras de drenaje
	Construcción de obras de drenaje complementarias	Cunetas, lavaderos y bordillos
	Conformación de terracerías	Nivelación y corte
		Afine y compactación
		Construcción de terraplén
		Capa subrasante
		Construcción de muros
		Protección del talud
	Ampliación del cuerpo B del puente	Perforación
		Subestructura
		Superestructura
	Pavimentación	Base hidráulica
		Riego de impregnación y de liga
		Colocación de carpeta asfáltica
	Reubicación de obra inducida	Colocación de postes (CFE y TELMEX)
		Colocación de luminaria de alumbrado vial
	Habilitación de cabinas auxiliares de cobro	Construcción de cabinas
		Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias
		Sistema de equipamiento de cobro
	Instalación de señalamiento y dispositivos de seguridad	Señalamiento horizontal y vertical
		Dispositivos de seguridad
	Limpieza del sitio	Retiro de obras provisionales
		Retiro de señalamiento en obra
Operación y mantenimiento	Apertura y operación	
	Inspecciones y mantenimiento	Mantenimiento preventivo
		Mantenimiento correctivo

2.2.2 Representación gráfica regional

El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al sur con los estados de Tabasco y Chiapas, al oeste con los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca, finalmente al este del estado se encuentra el Golfo de México. Veracruz cuenta con una extensión territorial de 71,942.04 Km^2 divididos entre 212 municipios, como se presenta en la siguiente figura, misma carta que se anexa en los archivos digitales del presente documento.

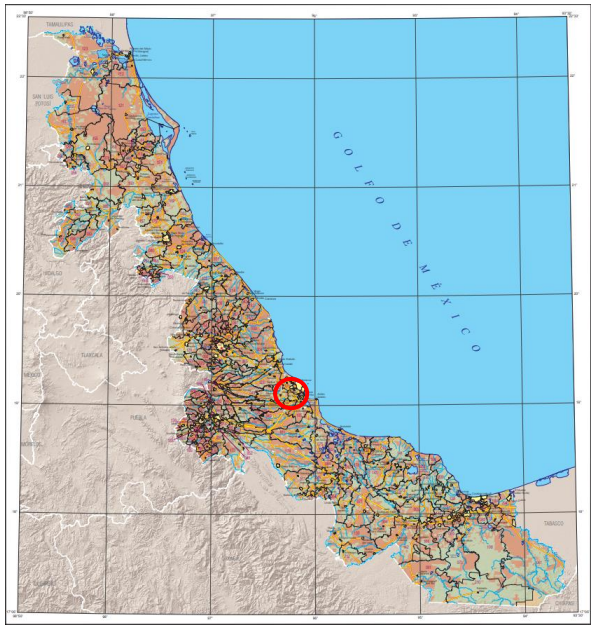


Figura 12. Carta catastral de Veracruz (INEGI, 2016)

El entronque Paso del Toro se ubica en la región norte del municipio número 105 de Veracruz (INEGI, 2016), Medellín de Bravo, el cual colinda al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Jamapa y Cotaxtla, al norte con el municipio de Veracruz, al este con Boca del Río y Alvarado y finalmente, al sur con el municipio de Tlalixcoyan.

2.2.3 Representación gráfica local

Como se menciona en el apartado anterior, el entronque se localiza en la zona norte del municipio de Medellín de Bravo como se presenta en la Figura 13; el municipio tiene ubicación geográfica entre los paralelos 18° 50´y 19° 09´ latitud norte y 96° 02´ y 96° 16´ longitud oeste, a diez metros sobre el nivel del mar (msnm).

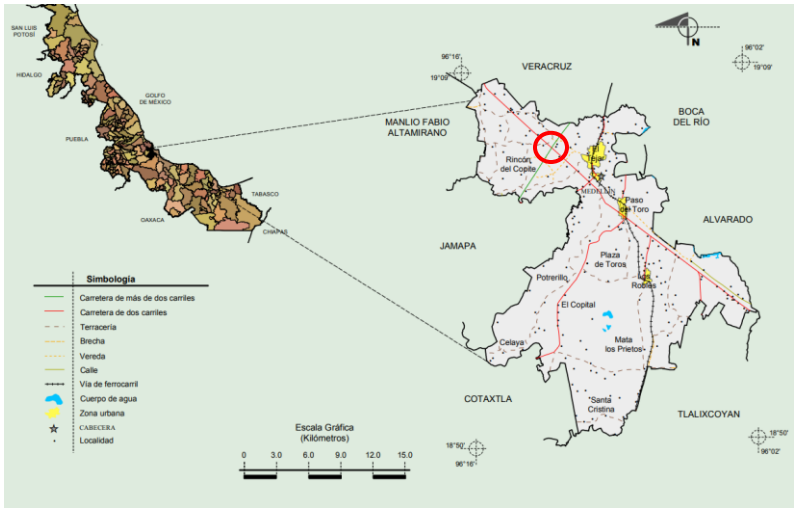


Figura 13. Representación del municipio de Medellín de Bravo (INEGI, 2010)

Con respecto al relieve del municipio se debe mencionar que se encuentra en la provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur y en la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, las cuales cuentan con dos sistemas de topoformas correspondientes a llanura aluvial costera en el 90.03% de la superficie del municipio y lomerío con llanuras en un 9.97%, el proyecto se encuentra ubicado en la zona de la llanura.

Los suelos dominantes en el municipio corresponden a vertisol en un 95.38 % de la superficie del municipio y en gleysol en un 2.61% que se ubica en el sureste del municipio y no corresponde a la ubicación del proyecto; mientras que en cuanto a las clases de roca del suelo corresponde mayoritariamente al periodo cuaternario (98.18%) con suelo aluvial, lacustre y eólico, así como roca sedimentaria arenisca-conglomerado (INEGI, 2010).

Como se ha descrito con anterioridad el entronque se ubica en el Km 9+960 del tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D e intercede con la carretera federal 180, vías de acceso al sitio para trabajadores provenientes o con residencia en Veracruz, Boca del Río, Medellín, El Tejar, Mozambique y otras comunidades de la zona. En los alrededores de la zona del proyecto se encuentran dos estaciones de suministro de gasolina, las instalaciones de una empresa del sector de construcción y una planta de fabricación de mezclas y emulsiones asfálticas, así como una tienda de conveniencia y restaurantes a pie de carretera.

2.2.4 Diseño del proyecto

Para poder realizar una mejor descripción del proyecto, se realizará la caracterización de las obras y actividades de la modernización del entronque por cuadrante, incluyendo la ampliación y construcción de las obras de drenaje. En la siguiente imagen se observa el diseño propuesto para cada cuadrante que será descrito.

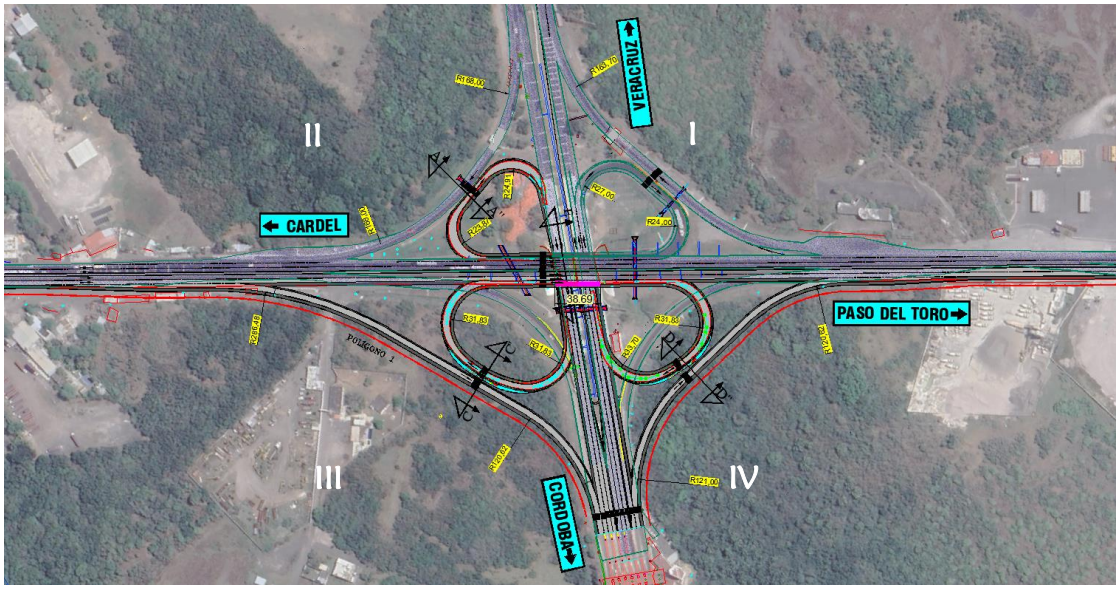


Figura 14. Diseño general del entronque

2.2.4.1 Cuadrante I

Comenzando con el cuadrante I debe mencionarse que únicamente se realizará la ampliación de una obra de drenaje menor ubicada en entre la gaza existente del entronque y el carril de incorporación a la autopista 150 – D en dirección a Veracruz desde la carretera 180 en dirección a Cardel, en sus respectivos cadenamientos 30+101 y 50+137, como se presenta en la siguiente imagen.

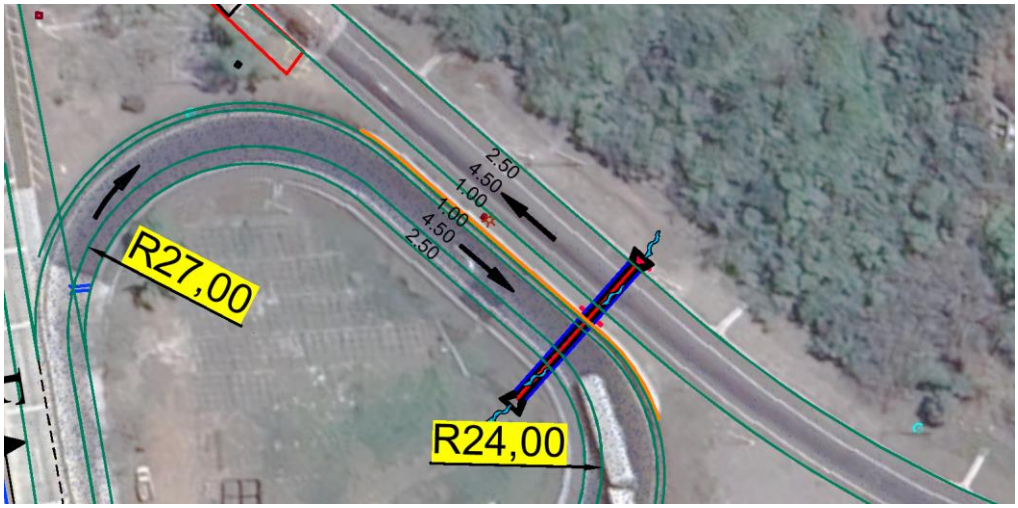


Figura 15. Diseño de la obra de drenaje a sustituir en el cuadrante I del entronque Paso del Toro

Para esta actividad se hará uso del DDV actual del entronque y no se realizará ninguna modificación al mismo, sino que se únicamente se contempla la ampliación de la obra de drenaje tipo cajón de concreto con dimensiones de 1 x 1 x 32.15 m para un gasto hidráulico de 0.32 m³/s, como se presenta en la siguiente figura.

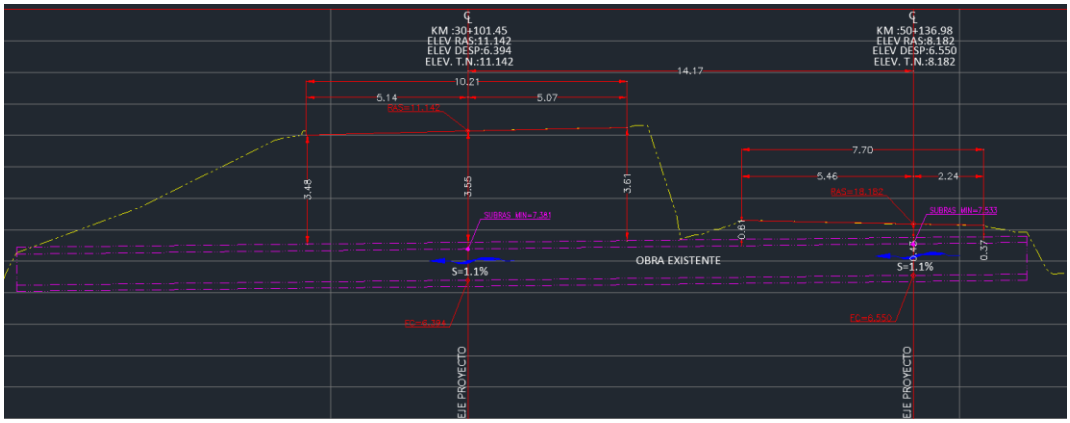


Figura 16. Sección tipo de la obra de drenaje No. 1

2.2.4.2 Cuadrante II

En el cuadrante II del entronque, en donde se planea la construcción de una gaza que permitirá la incorporación a la autopista 150 – D en dirección a Córdoba desde la carretera 180 en dirección a Cardel, con inicio en el Km 9+500 de la carretera 180 y final en el Km 10+030 de la autopista 150 - D. Para esta obra se prevé el aprovechamiento de la superficie del DDV de la vialidad, por lo tanto, no se requerirá de la adquisición de DDV ni se contempla la adecuación del carril de desincorporación existente, como se presenta en la siguiente figura. Adicionalmente se presenta la Figura 18 en donde se presentan las condiciones actuales de este cuadrante para la identificación del carril de desincorporación existente y el área en que se construirá la gaza complementaria.

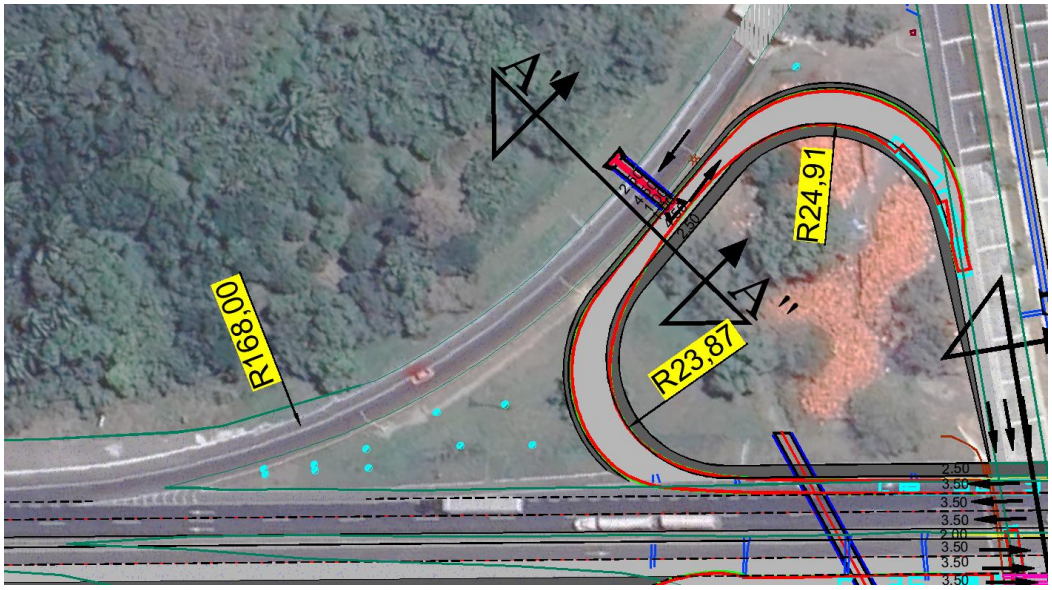


Figura 17. Diseño del cuadrante II del entronque





Figura 18. Condiciones actuales del cuadrante II del entronque Paso del Toro

La nueva gaza prevista contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamientos interno y externo de 2.5 y 1 m, respectivamente, obteniendo como resultado un ancho de corona de 8 m como se muestra en la siguiente figura. El eje de gaza contará con una longitud total de 139.94 m debido a que se requerirá perfilar el acceso de la gaza a la autopista como carril de aceleración. Por último, con el objetivo de proveer de estabilidad a la gaza complementaria se prevé la construcción de un muro en la parte posterior de la gaza y a un costado del existente carril de desincorporación con inicio en el Km 20+045 y fin en el Km 20+085 de la gaza proyectada.

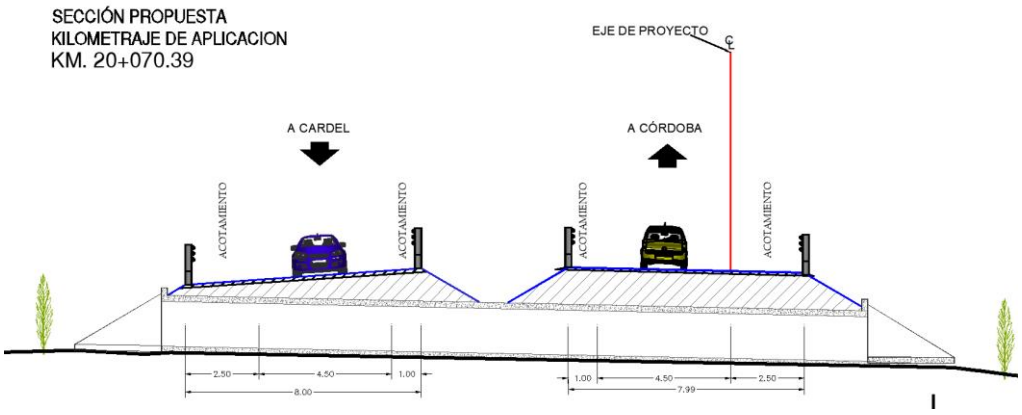


Figura 19. Sección tipo correspondiente al corte de las gazas del cuadrante II del entronque Paso del Toro

En el cuadrante II del entronque se contempla la ampliación de dos obras de drenaje menores de alivio y la construcción de dos obras de drenaje menores de alivio debido a que no se identifican escurrimientos en el sitio; las propuestas de las obras de drenaje que se ubican en este cuadrante del entronque se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 10. Obras de drenaje en el cuadrante II

No. de elemento	Tipo de obra actual	Dimensiones actuales	Acción	Tipo de obra proyectada	Dimensiones proyectadas	Gasto (m³/s)
2	Cajón de concreto	2.5 x 1 x 14.28 m	Ampliación	Cajón de concreto	2.5 x 1 x 23.95 m	3.43
3	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 23.97 m	0.08
4	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 14.06 m	0.10
5	Cajón de concreto	2.5 x 1 x 46.27	Ampliación	Cajón de concreto	2.5 x 1.25 x 52.27 m	3.96

En las siguientes Figura 20, Figura 21, Figura 22 y Figura 23 se presentan las secciones tipo de cada una de las cuatro obras de drenaje que se ubicarán en el cuadrante II del entronque, destacando du importancia debido a que el área en que se ubica el cuadrante es considerada como zona inundable.

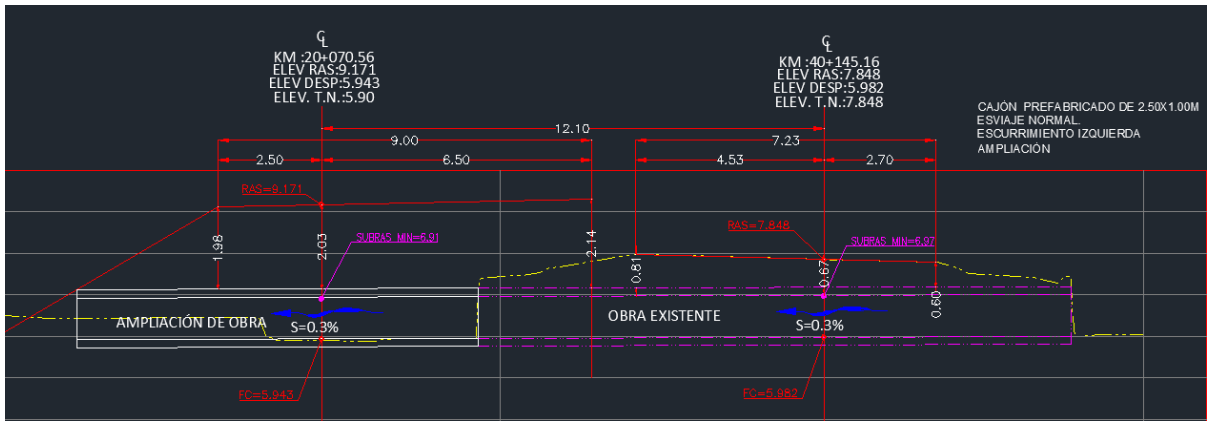


Figura 20. Sección tipo de la obra de drenaje No. 2 del entronque Paso del Toro

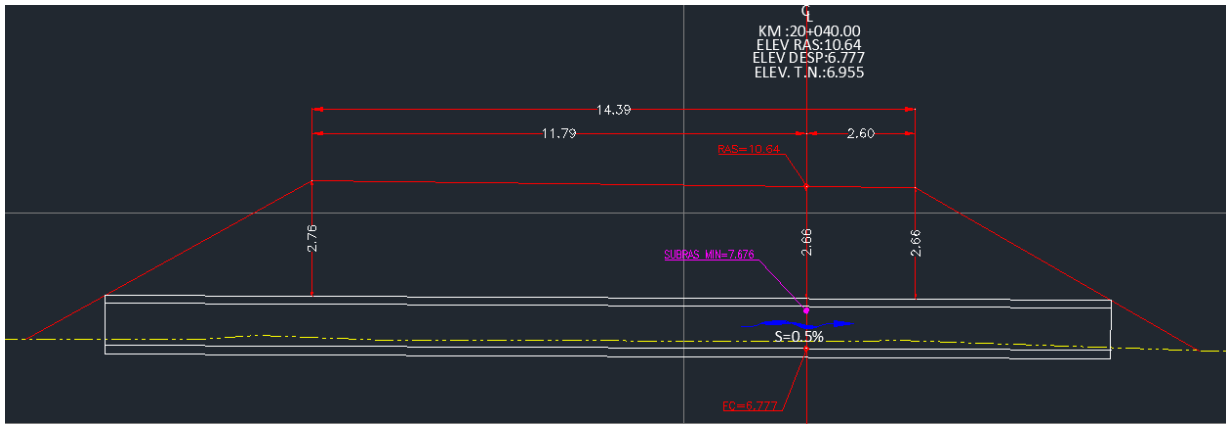


Figura 21. Sección tipo de la obra de drenaje No. 3

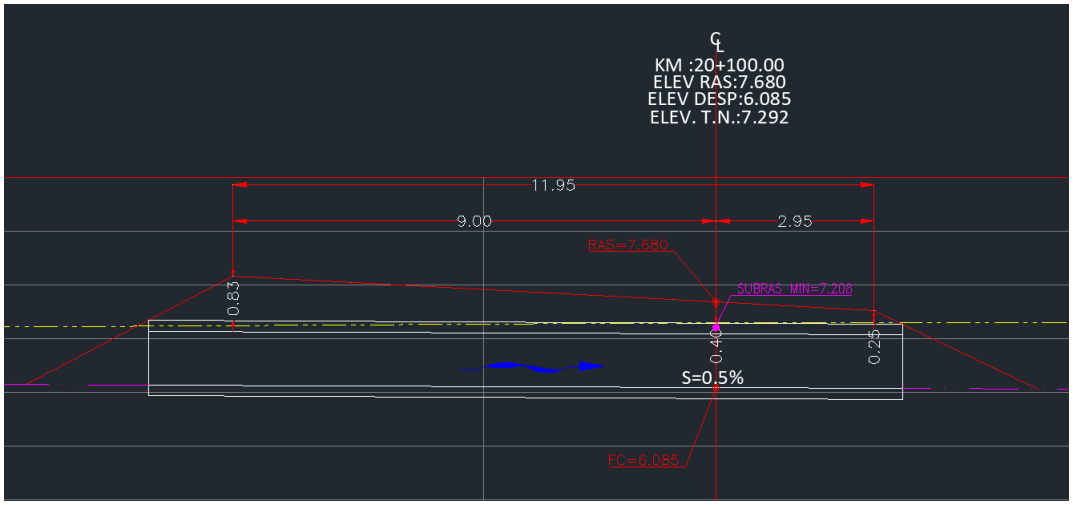


Figura 22. Sección tipo de la obra de drenaje No. 4 del entronque Paso del Toro

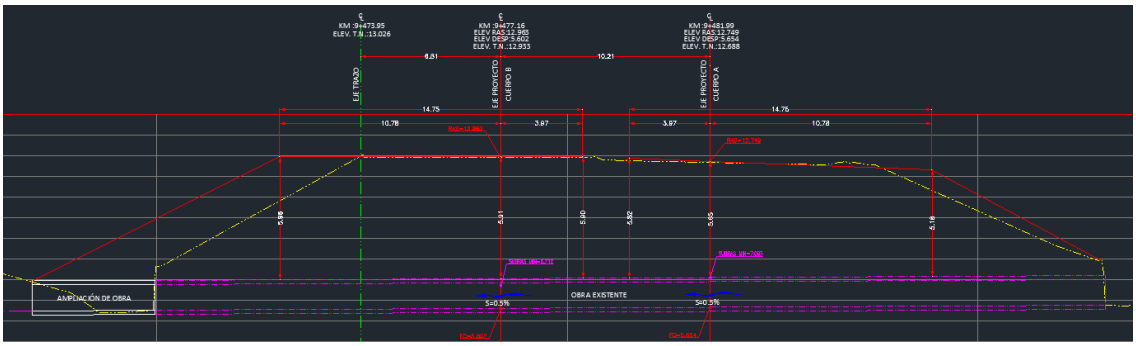


Figura 23. Sección tipo de la obra de drenaje No. 5

2.2.4.3 Cuadrante III

En el cuadrante III del entronque se planea la construcción de una nueva gaza que permitirá la desincorporación de la autopista 150 – D en dirección a Córdoba hacia la carretera 180 en dirección a Paso del Toro, así como de la construcción de un carril de incorporación a la autopista 150 – D en dirección a Córdoba, proveniente de la carretera 180 en dirección a Paso del Toro. El eje de la gaza inicia en el Km 9+910 de la autopista 150 – D y termina en el Km 9+499 de la carreta 180; por otro lado, el carril de incorporación inicia en el Km 9+754 de la carreta 180 y termina en el Km 9+736 de la autopista 150 – D.



Figura 24. Condiciones actuales del cuadrante III del entronque Paso del Toro

La nueva gaza prevista contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamiento interno de 2.5 m y acotamiento externo de un metro, obteniendo un ancho de corona de 8 m. Por otro lado, el carril de incorporación contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamiento interno de un metro y acotamiento externo de 2.5 m para conjuntar un ancho de corona de 8 m como se muestra a continuación.

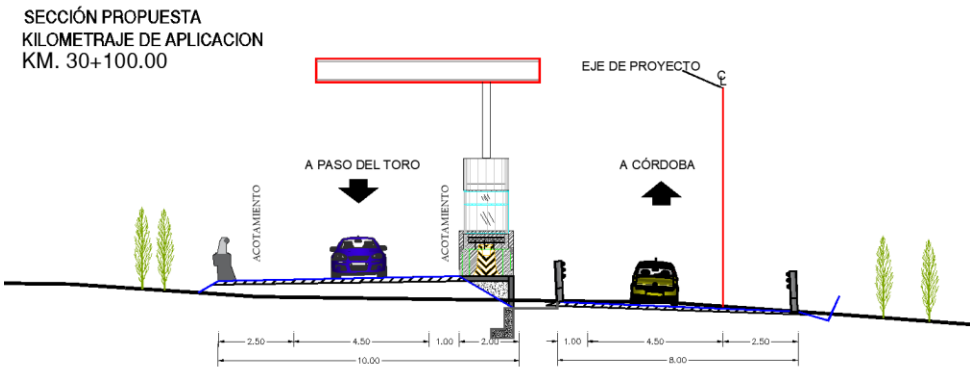


Figura 25. Sección tipo correspondiente al corte de las gazas del cuadrante III

La longitud del eje de la nueva gaza será de 189.29 m, en la cual se contempla la instalación de una cabina auxiliar de cobro que corresponderá a la caseta de cobro Paso del Toro, su ubicación y dimensiones podrán ser consultados en apartados del presente Capítulo. Por otro lado, el eje del carril de incorporación contará con una longitud de 440.77 m.

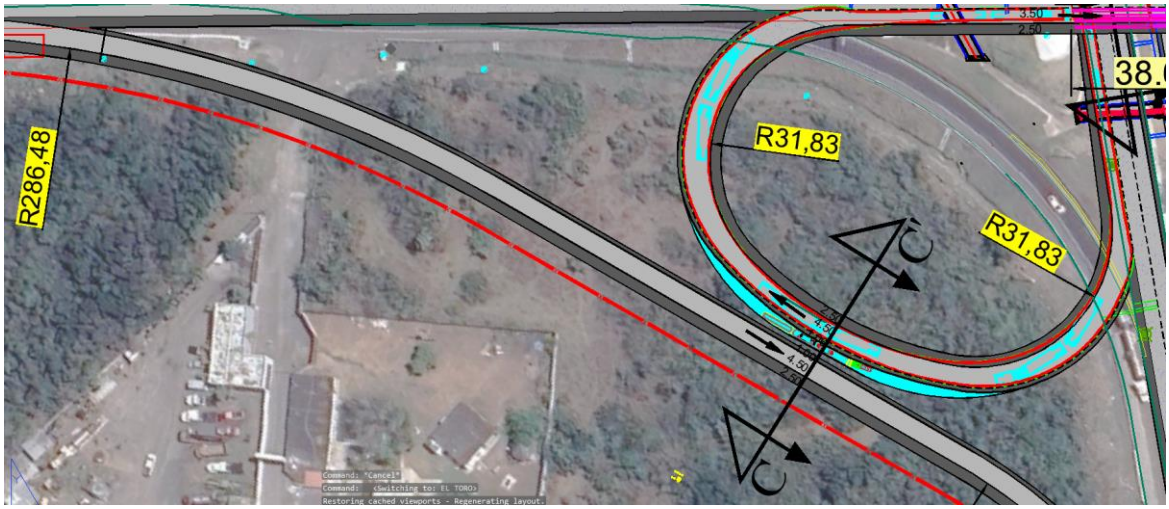


Figura 26. Diseño del cuadrante III del entronque Paso del Toro

En el cuadrante III del entronque se contempla la ampliación de una obra de drenaje menores de alivio y la construcción de dos obras de drenaje menor de alivio, la propuesta de ampliación y construcción de las obras de drenaje menor del cuadrante III del entronque se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Obras de drenaje del cuadrante III

No. de elemento	Tipo de obra actual	Dimensiones actuales	Acción	Tipo de obra proyectada	Dimensiones proyectadas	Gasto (m^3/s)
6	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 9.05 m	0.23
7	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 9.82 m	0.16
8	Cajón de concreto	2.5 x 1.25 x m	Ampliación	Cajón de concreto	2.5 x 1.25 x 19.46 m	4.34

Finalmente, en las siguientes tres imágenes se presentan las secciones tipo de las obras de drenaje propuestas a ubicarse en el tercer cuadrante del entronque Paso del Toro, las cuales darán alivio a la estructura en ocurrencia de lluvias debido a la tendencia a inundabilidad de la zona.

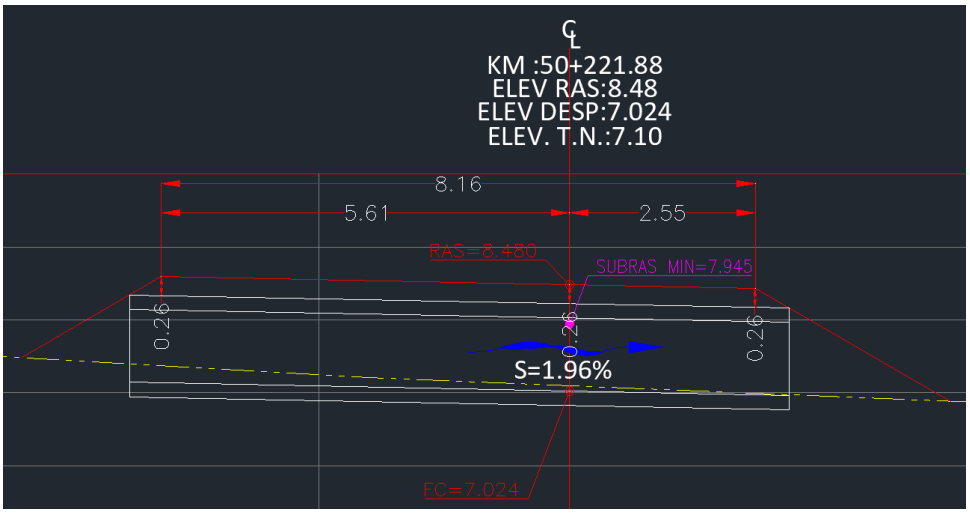


Figura 27. Sección tipo de la obra de drenaje No. 6 del entronque Paso del Toro

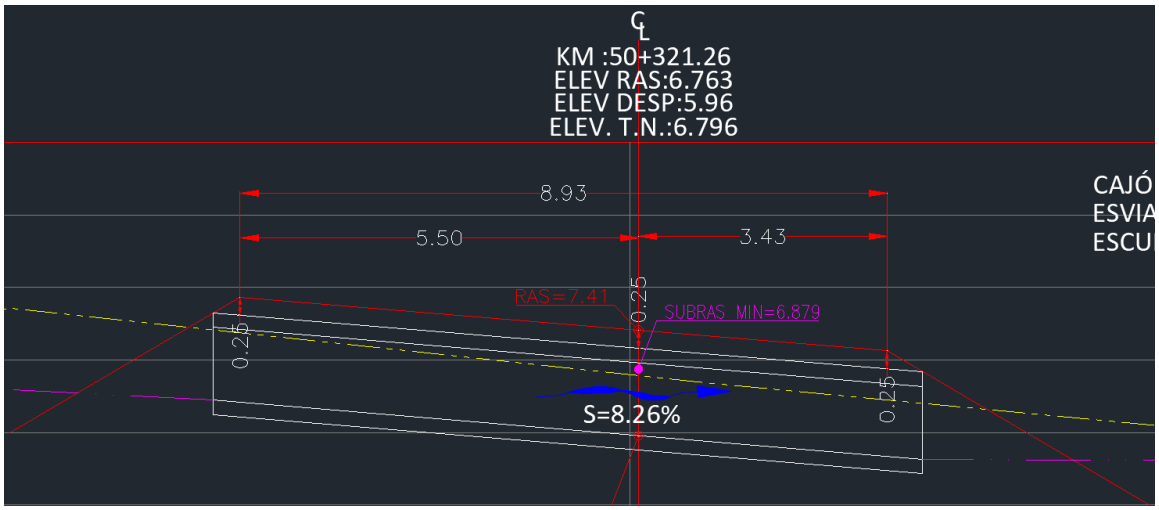


Figura 28. Sección tipo de la obra de drenaje No. 7

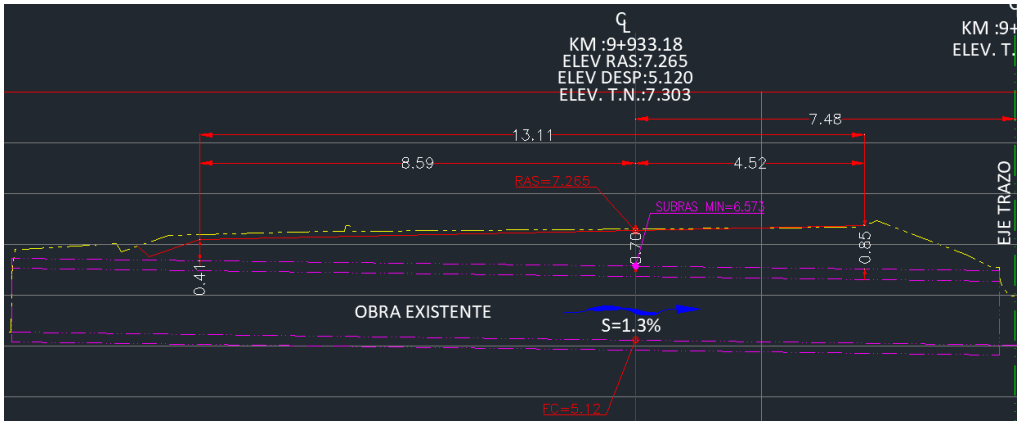


Figura 29. Sección tipo de la obra de drenaje No. 8 del entronque

2.2.4.4 Cuadrante IV

En el último cuadrante del entronque, de igual manera se planea la construcción de una nueva gaza que permita la incorporación a la autopista 150 – D en dirección a Veracruz, desde la carretera 180 en dirección a Paso del Toro, así como la construcción de un carril de desincorporación de la autopista 150 – D en dirección a Veracruz hacia la carretera 180 en dirección a Paso del Toro. Adicionalmente, con el objetivo de proveer de estabilidad a la gaza complementaria proyectada, se prevé la construcción de un muro en la parte posterior de la gaza y a un costado del carril de desincorporación con inicio en el Km 20+060 y fin en el Km 40+090 de la gaza proyectada.





Figura 30. Condiciones actuales del cuadrante IV del entronque Paso del Toro

La nueva gaza prevista contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamientos interno y externo de 2.5 y 1 m, respectivamente, obteniendo un ancho de corona total de 8 m; la misma tendrá inicio en el Km 9+360 de la carretera 180 y fin en el Km 9+905 de la autopista 150 - D; Por otro lado, el carril de desincorporación, contará con un único carril de 4.5 m de ancho, acotamiento interno de un metro de ancho y acotamiento externo de 2.5 m, para conjuntar una corona con 8 m de ancho como se presenta en la Figura 31; el carril tendrá inicio en el Km 9+720 de la autopista 150 – D y finalizará en el Km 9+179 de la carretera 180.

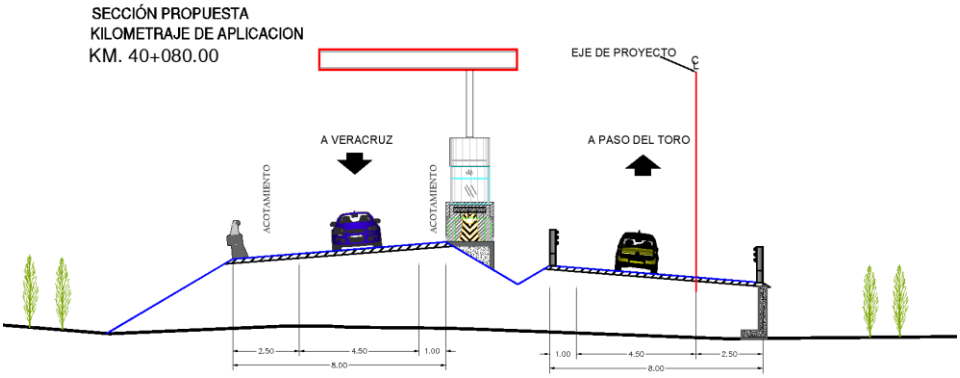


Figura 31. Sección tipo correspondiente al corte de las gazas del cuadrante IV del entronque Paso del Toro

La longitud del eje la nueva gaza será de 164.59 m, en la que se contempla la instalación de una cabina auxiliar de cobro para la caseta de cobro No. 117, por lo que su ubicación y dimensiones podrá ser consultada en apartados del presente Capítulo. Por otro lado, el carril de desincorporación contará con una longitud de 343.62 m.

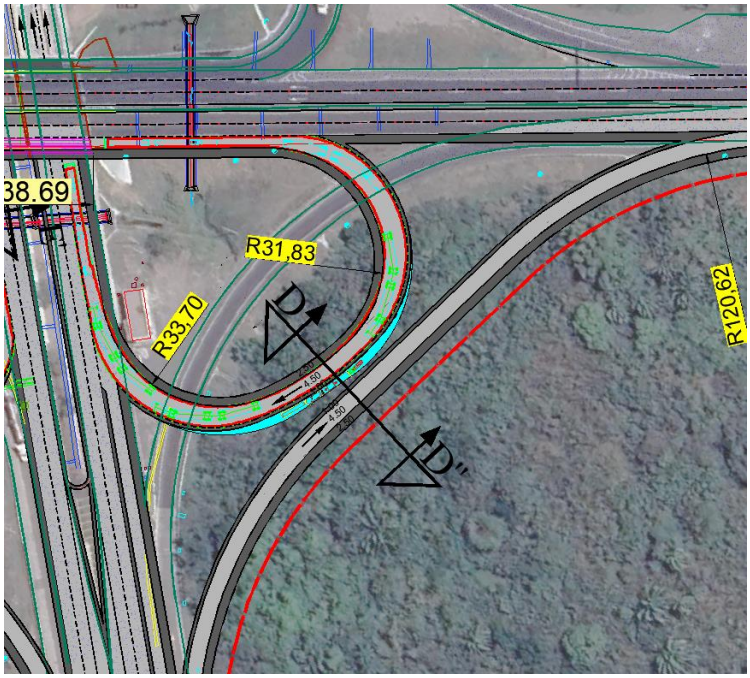


Figura 32. Diseño del cuadrante IV del entronque Paso del Toro

En el último cuadrante del entronque se contempla la ampliación de dos obras de drenaje menores de alivio, así como la construcción de tres obras de drenaje de alivio adicionales, la propuesta de obras de drenaje menor del cuadrante IV del entronque se presentan en la siguiente tabla. Por último, es de señalar que la ubicación de las obras de drenaje se presenta en la Figura 5 presentada anteriormente en este Capítulo.

Tabla 12. Obras de drenaje en el cuadrante IV

No. de elemento	Tipo de obra actual	Dimensiones actuales	Acción	Tipo de obra proyectada	Dimensiones proyectadas	Gasto (m^3/s)
9	Cajón de concreto	2.5 x 1.25 x m	Ampliación	Cajón de concreto	2.5 x 1.25 x 20.75 m	4.34
10	Cajón de concreto	1.5 x 1.5 x 51.42 m	Ampliación	Cajón de concreto	1.5 x 1.5 x 54.24 m	0.77
11	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	2.5 x 1.5 x 25.74 m	5.46
12	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 14.5 m	0.12
13	N/A	N/A	Construcción	Cajón de concreto	1 x 1 x 13.42 m	0.12

Las secciones tipo con el diseño de las obras de drenaje del cuadrante IV se presentan en las siguientes imágenes, remarcando su importancia para el escurrimiento de aguas pluviales como alivio para la estructura del entronque debido a que la zona es considerada como inundable.

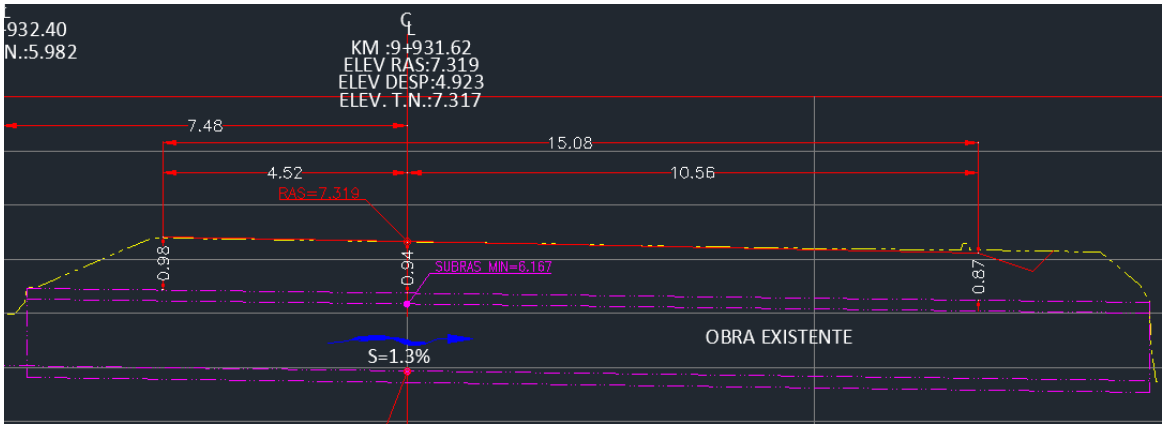


Figura 33. Sección tipo de la obra de drenaje No. 9 del entronque Paso del Toro

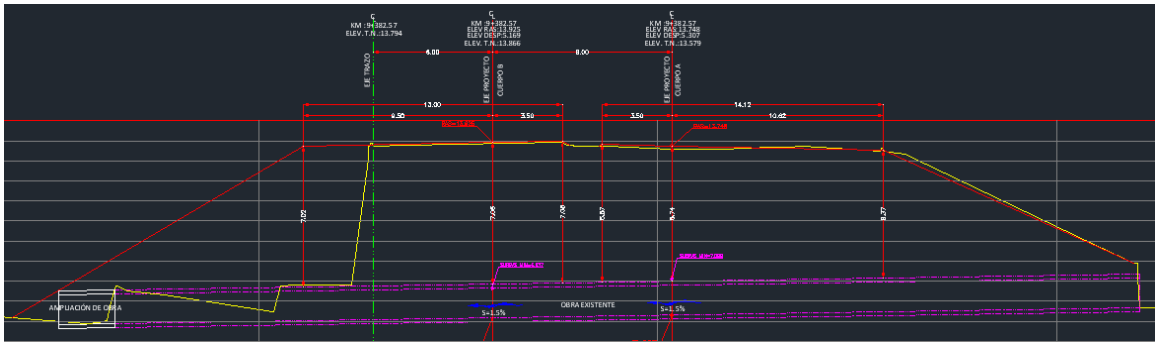


Figura 34. Sección tipo de la obra de drenaje No. 10 del entronque

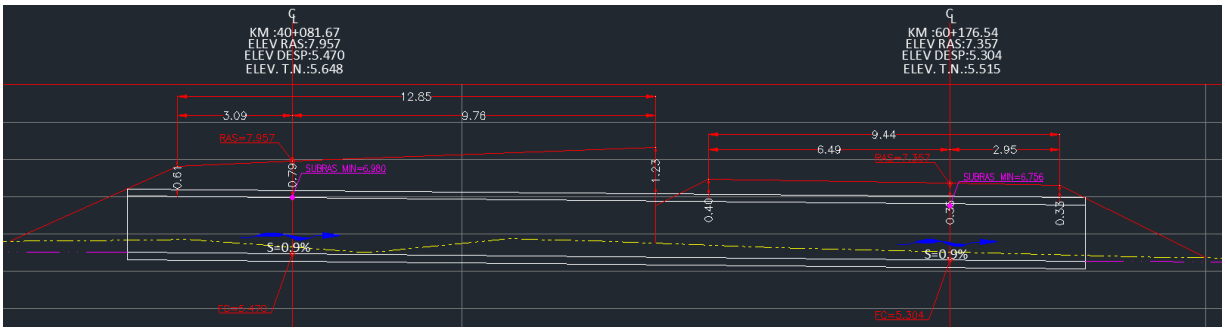


Figura 35. Sección tipo de la obra de drenaje No. 11 del entronque

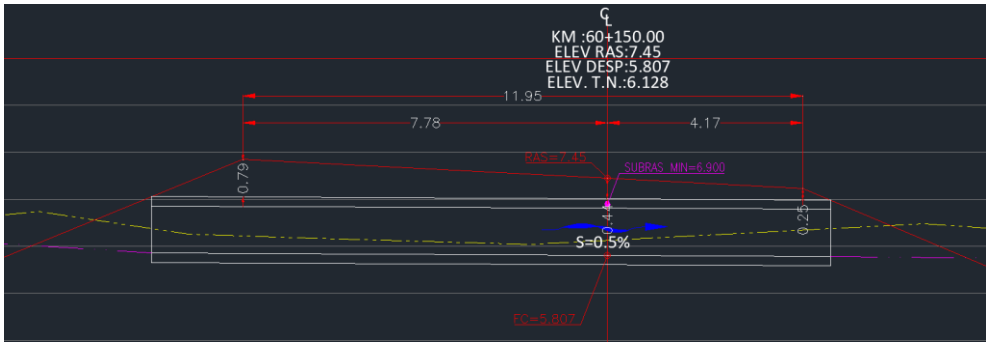


Figura 36. Sección tipo de la obra de drenaje No. 12

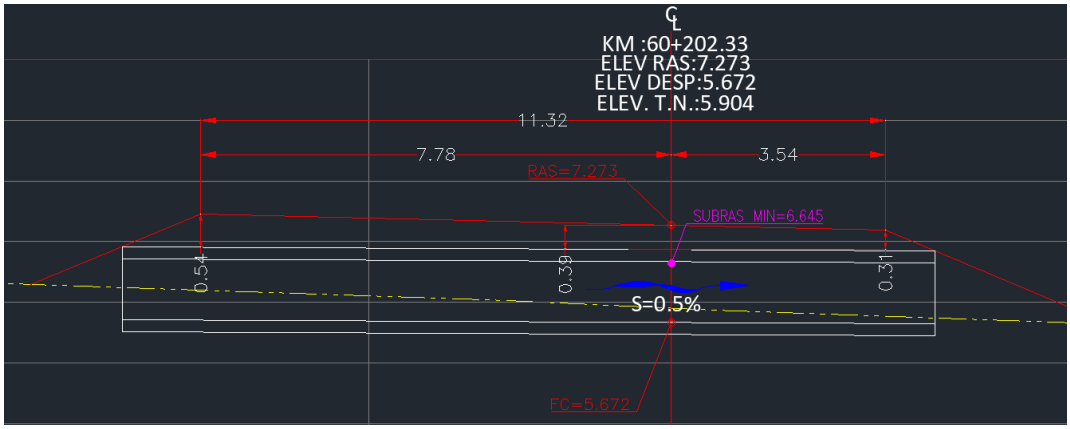


Figura 37. Sección tipo de la obra de drenaje No. 13

2.2.4.4 Puente del entronque

Como se ha mencionado, el puente correspondiente al entronque Paso del Toro deberá ser ampliado en su cuerpo B (dirección Paso del Toro) para contar con un carril de aceleración y desaceleración que permita el flujo seguro de vehículos que se incorporen o desincorporen de la autopista 150 – D, por lo cual se prevé la construcción de un carril de 3.5 m de ancho con un acotamiento al costado derecho de 2.5 m de ancho, mediante la colocación de seis trabes para formar una sección de 39 m de largo, como se presenta a continuación.

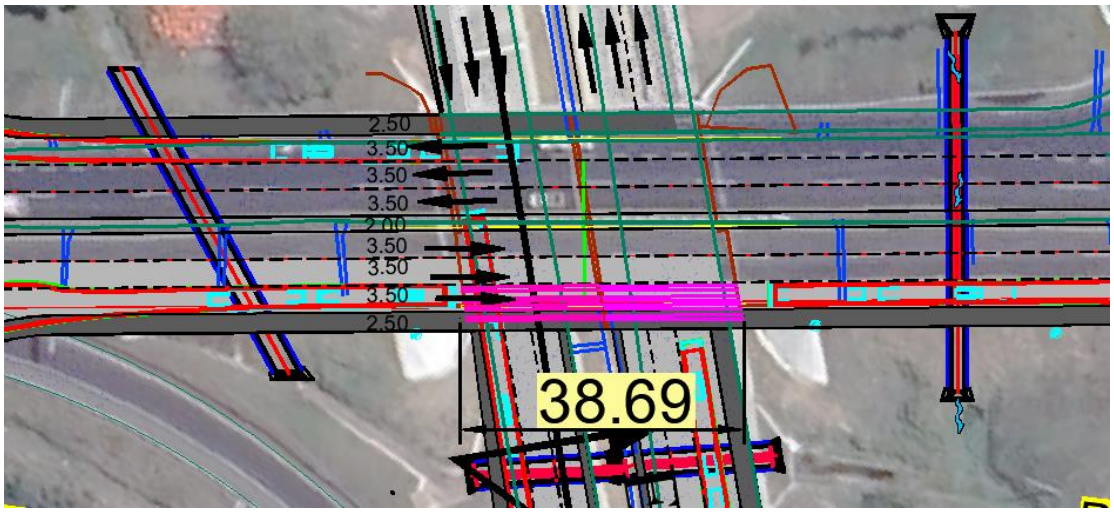


Figura 38. Diseño de la modificación del puente del entronque

De manera que en el puente en esta sección cuente con seis carriles de 3.5 m de ancho cada uno, tres carriles por sentido del entronque separados por una guarnición de 2 m de ancho y con acotamientos laterales de 2.5 m de ancho que permitan el tránsito seguro sobre la carretera 180, como se presenta en la Figura 39, conjuntando finalmente un ancho de corona de 14 m de ancho por sentido del puente.

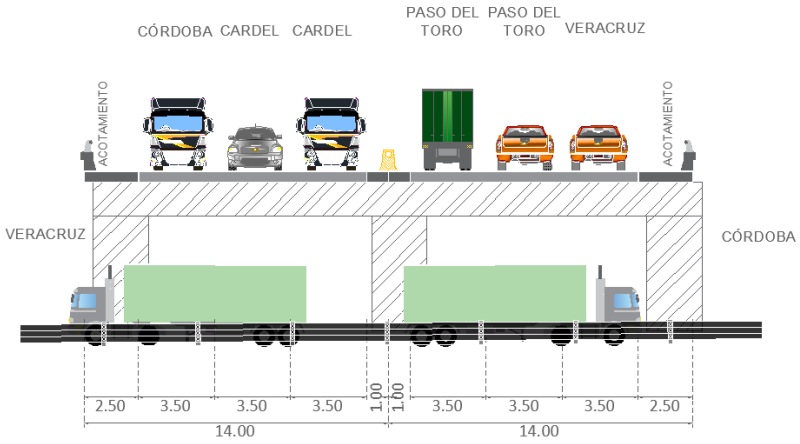


Figura 39. Sección tipo del puente del entronque

Concluyendo que la modernización del entronque Paso del Toro requerirá de la ampliación de seis obras de drenaje de alivio existentes y de la construcción de siete obras de drenaje de alivio adicionales, como se señala en la siguiente tabla y el número de cabinas remotas a construir en las nuevas gazas de los cuadrantes III y IV.

Tabla 13. Adecuaciones por la modernización del entronque Paso del Toro

Concepto	Descripción
No. de obras de drenaje por ampliar	6
No. de obras de drenaje por construir	7
No. de cabinas auxiliares de cobro instaladas	2

2.2.4.5 Dimensiones

Debido a la modernización del entronque, que involucra la construcción de tres gazas complementarias y otras adecuaciones necesarias, es que se establece una superficie de afectación delimitada por la línea de ceros del proyecto, la cual asciende a 1.67 ha repartidas entre los cuadrantes II, III y IV del entronque (0.21, 0.80 y 0.66 ha, respectivamente) como se presenta en la Tabla 14.

La línea de ceros hace referencia a la superficie que se empleará para realizar las actividades relacionadas con la construcción de las gazas complementarias y demás adecuaciones, debiendo destacarse que adicionalmente será el límite del cual no deberán traspasarse las actividades relacionadas con la modernización del entronque; esta respetará el DDV actual para la construcción de la gasa complementaria 1 en el cuadrante II del entronque y requerirá de la adquisición del DDV en los cuadrantes III y IV.

Por lo tanto, en la siguiente tabla se detallan las superficies requeridas para la ejecución de la obra, mismas que son calculadas con el programa ArcGis v. 10.8 a partir de las plantas geométricas del proyecto y las cuales se anexan en la carpeta de archivos digitales del presente estudio.

Tabla 14. Superficies requeridas para la modernización del entronque Paso del Toro

Concepto	Superficie		Observaciones
	Ha	m^2	
Línea de ceros	1.67	16,728.78	Área requerida para la modernización del entronque y

			para la ampliación proyectada del DDV del entronque
DDV aprovechable	0.21	2,088.96	Superficie aprovechable dentro del cuadrante II
Superficie de ocupación actual	4.63	46,343.53	Área de ocupación de la carpeta asfáltica del entronque actual
Superficie de ocupación proyectada	5.29	52,914.97	Área de ocupación de la carpeta asfáltica del entronque proyectado

Como se presenta en la tabla anterior, la superficie de afectación del proyecto para la modernización del entronque es de 5.53 ha, las cuales están conformadas por los siguientes usos de suelo y vegetación (USUEV).

Tabla 15. USUEV de la superficie de afectación para la modernización del entronque Paso del Toro

Clase	Superficie		Condición	Ponderación F/NF en Ha
	Ha	m²		
Asentamientos humanos	0.06	647.22	No forestal	0.93
Camino existente	0.17	1,723.00	No forestal	
Desprovisto de vegetación	0.11	1,111.85	No forestal	
Pastizal inducido	0.52	5,203.30	No forestal	
Vegetación inducida	0.06	621.76	No forestal	
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.74	7,421.68	Forestal	0.74
Superficie total de línea de ceros	1.67	16,728.79		

A continuación, se presenta la siguiente tabla con el desglose de la superficie de obra permanente por elemento de la obra, es decir, el área que quedará ocupada al término de la etapa de construcción del proyecto. Señalar que la superficie de ocupación presentada en la Tabla 14 y la superficie de obra permanente de la Tabla 16 no corresponden a lo mismo debido a que la en la primera se hace referencia únicamente a la superficie de ocupación de la carpeta asfáltica y en la segunda hace referencia a la superficie de obra permanente por elemento a construir por la modernización del entronque.

Tabla 16. Obra permanente proyectada

Concepto	Superficie		Observaciones
	Ha	m²	
Gaza 1	0.16	1,653.04	Nueva gaza complementaria a construir en el cuadrante II del entronque
Gaza 2	0.25	2,518.86	Nueva gaza complementaria a construir en el cuadrante III del entronque

Carril de incorporación	0.38	3,763.85	Carril existente a desplazar del cuadrante III para la construcción de la gaza 2
Gaza 4	0.25	2,466.03	Nueva gaza complementaria a construir en el cuadrante IV del entronque
Carril de desincorporación	0.23	2,273.30	Carril existente a desplazar del cuadrante IV para la construcción de la gaza 3
Obra de drenaje No. 1	0.00	48.91	Obra a ampliar en el cuadrante I del entronque
Obra de drenaje No. 2	0.00	45.50	Obra a ampliar en el cuadrante II del entronque
Obra de drenaje No. 3	0.01	87.28	Obra a construir en el cuadrante II del entronque
Obra de drenaje No. 4	0.00	33.26	Obra a construir en el cuadrante II del entronque
Obra de drenaje No. 5	0.01	70.20	Obra a ampliar en el cuadrante II del entronque
Obra de drenaje No. 6	0.01	109.03	Obra a construir en el cuadrante III del entronque
Obra de drenaje No. 7	0.01	65.83	Obra a construir en el cuadrante III del entronque
Obra de drenaje No. 8	0.02	183.50	Obra a ampliar en el cuadrante III del entronque
Obra de drenaje No. 9	0.00	30.60	Obra a ampliar en el cuadrante IV del entronque
Obra de drenaje No. 10	0.01	80.70	Obra a ampliar en el cuadrante IV del entronque
Obra de drenaje No. 11	0.00	47.67	Obra a construir en el cuadrante IV del entronque
Obra de drenaje No. 12	0.01	81.05	Obra a construir en el cuadrante IV del entronque
Obra de drenaje No. 13	0.2	177.44	Obra a construir en el cuadrante IV del entronque
Cabina de cobro 1	0.00	42.83	Cabina auxiliar de cobro a instalar en la gaza del cuadrante III
Cabina de cobro 2	0.00	41.36	Cabina auxiliar de cobro a instalar en la gaza del cuadrante IV
Total	**1.38**	**13,820.24**	**Superficie de obra permanente total por la modernización del entronque**

2.2.5 Características del área del proyecto

El entronque a modernizar se ubica en la provincia fisiográfica de Llanura Costera del Golfo del Sur, puntualizando en la subprovincia de Llanura Costera Veracruzana, la cual cuenta con un relieve topográfico de llanura aluvial costera. En esta zona se encuentran ríos permanentes pero erráticos, por lo que se consideran como zonas inundables durante los periodos veraniegos (INEGI, 1988).

A los costados del entronque es posible encontrar (USUEV), así como infraestructura vial correspondiente a la autopista 150 – D, a la caseta de cobro de dicha autopista (No. 117 – Paso del Toro) y la carretera 180; por otro lado, es posible visualizar alrededor la zona del proyecto la localización de dos estaciones de suministro de gasolina, las instalaciones de una empresa del sector de construcción y una planta de fabricación de mezclas y emulsiones asfálticas, así como una tienda de conveniencia y restaurantes a pie de carretera.

Concluyendo que la zona destinada a la modernización del entronque ya presenta impactos derivados de la construcción de la infraestructura vial y de los establecimientos comerciales que se han instalado en la zona, lo que permite un flujo constante de vehículos, de personas y de demanda de servicios como agua potable, energía eléctrica y telecomunicaciones; por ello la modernización del entronque permitirá una mejora de las condiciones del entronque, lo cual tendrá un impacto en la mejora de la movilidad de la zona y no implicará una modificación negativa de gran impacto.

2.2.6 Programación

Para el proyecto se prevé un periodo estimado de 3 años para la modernización del entronque y todas las actividades relacionadas con el proceso constructivo, por lo que en la siguiente Tabla 17 se presenta el programa de trabajo de forma calendarizada con el desglose de las actividades previstas para cada

etapa del proyecto. Cabe señalar que la vida útil del entronque con su modernización es de 40 años, pudiéndose extender aplicando adecuadamente los mantenimientos pertinentes, por lo cual **no se plantea una etapa de cese de operaciones ni abandono del sitio**.

Tabla 17. Programa de trabajo previsto para la modernización del entronque Paso del Toro

Actividad	Subactividad	Años												
		Trimestre												Posterior al 3° año
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Preparación del sitio														
Contratación de mano de obra														
Cumplimiento de medidas ambientales														
Seguridad en obra	Colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad en obra													
	Desvío y cierre parcial de troncal y gazas													
Instalación de obras provisionales														
Desmonte y despalme														
Construcción														
Operación de maquinaria y acarreo de materiales														
Retiro de infraestructura	Retiro de señalamiento existente													
	Fresado de la carpeta actual													
	Retiro de obras de drenaje existentes													
	Retiro de obras inducidas													
Modificación y construcción de obras de drenaje de alivio	Excavaciones													
	Construcción de obras de drenaje													
Construcción de obras de drenaje complementarias	Cunetas, lavaderos y bordillos													
Conformación de terracerías	Nivelación y corte													
	Afine y compactación													
	Construcción de terraplén													
	Capa subrasante													

	Construcción de muros													
	Protección del talud													
Ampliación del cuerpo B del puente	Excavaciones													
	Subestructura													
	Superestructura													
Pavimentación	Base hidráulica													
	Riego de impregnación y de liga													
	Colocación de carpeta asfáltica													
Reubicación de obra inducida	Colocación de postes (CFE y TELMEX)													
	Colocación de luminaria de alumbrado vial													
Habilitación de cabinas auxiliares de cobro	Construcción de cabinas													
	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias													
	Sistema de equipamiento de cobro													
Instalación de señalamiento y dispositivos de seguridad	Señalamiento horizontal y vertical													
	Dispositivos de seguridad													
Limpieza del sitio	Retiro de obras provisionales													
	Retiro de señalamiento en obra													
Operación y mantenimiento														
Apertura y operación														
Inspecciones y mantenimiento	Mantenimiento preventivo													
	Mantenimiento correctivo													

2.2.7 Estudios de campo y gabinete

Antes de comenzar la ejecución de las obras se requiere cumplir con criterios para concebir y proyectar las obras para el entronque y sus obras de drenaje, para lo cual se requiere llevar a cabo trabajos en campo, laboratorio y gabinete para establecer las variables que determinan la concepción, diseño, comportamiento y condiciones reales en las que se realizará la obra, teniendo por objeto determinar factores y variables generales, sociales, culturales, ambientales, operacionales, técnicos y económicos

para definir la obra e incidir en el diseño de sus elementos, es por ello que se requiere realizar los siguientes estudios de detalle:

- Estudio topográfico: Conjunto de actividades en campo y gabinete para representar gráficamente la topografía de la zona en que se desarrollará la obra mediante proyecciones horizontales y verticales, así como las características que existan en la zona (N-PRY-CAR-1-01-001/07).

- Estudio geotécnico: Conjunto de actividades en campo, laboratorio y gabinete para determinar la estratigrafía y propiedades geotécnicas del subsuelo en la zona en que se ubica el entronque para deducir el empleo y tratamiento de los materiales para la compactación, estabilidad, drenaje, alineación, inestabilidad y otros (N-PRY-CAR-1-02-001/09).

- Análisis hidráulico e hidrológico: Estudios para la determinación de gastos que han de utilizarse en el diseño hidráulico de las obras de drenaje de acuerdo con periodos de retorno que se establezcan y obtener gastos, tirantes y velocidades (M-PRY-CAR-1-06-004/00 y M-PRY-CAR106-005/24).

2.2.8 Preparación del sitio y construcción

El proceso constructivo deberá sujetarse al programa de ejecución de actividades de la obra que se presenta en la Tabla 17, para lo cual la empresa contratista deberá hacer uso de materiales, equipos y habilidades que satisfagan los requerimientos de calidad que permitan cumplir con las especificaciones de la obra en los tiempos estipulados.

Durante el proceso constructivo se deberán respetar las dimensiones, elevaciones, pendientes, acabados y detalles para la correcta ejecución de la obra y todos los elementos que la componen; para ello la empresa contratista deberá realizar el control de calidad de los conceptos de la obra, por lo cual está obligada a mantener en campo personal, equipo de ingeniería y laboratorio requerido.

2.2.8.1 Contratación de mano de obra

Se define como mano de obra al recurso humano que presta de sus servicios manifestados como esfuerzo físico, destrezas y conocimientos para solucionar, reparar, construir y ejecutar la obra de acuerdo con lo especificado en su diseño, con respecto a la calidad solicitada y en los tiempos establecidos para su ejecución. Por lo tanto, la empresa contratista deberá encargarse del reclutamiento de mano de obra con base en perfiles de puesto que incluyan aptitudes, conocimientos y experiencia laboral, sin embargo, dando prioridad a trabajadores del municipio de Medellín y colindantes.

Para el desarrollo de las actividades del proyecto es importante considerar que se respetarán los artículos 61° y 69° de la Ley Federal del Trabajo, en los que se establece un periodo máximo de ocho horas de jornada laboral del trabajador por día y un día de descanso por cada 6 días trabajados. En cuestión de turnos se contempla un único turno de trabajo diurno al día.

Se deberá capacitar al personal en materia de seguridad, higiene y medio ambiente de conformidad con la fracción XV del artículo 132° de la Ley Federal del Trabajo, con la finalidad de que el trabajador ejecute sus actividades de manera eficiente, contribuyendo al cuidado de la zona y garantizar la toma de conciencia para minimizar riesgos de trabajo y de protección al ambiente. Así mismo, la contratista deberá proporcionar el equipo de protección personal establecido e identificado por cada perfil de puesto como se estipula en la NOM-017-STPS-2018.

2.2.8.2 Cumplimiento de medidas ambientales

Durante el desarrollo de la obra se deberán implementar medidas preventivas y de mitigación ambiental para evitar los efectos negativos de deterioro ambiental, mismas que se presentan con mayor

detalle en el Capítulo 6 de la presente MIA, por lo que a continuación de enlistan algunas de las medidas más significativas para el proyecto:

- Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 m de algún cuerpo de agua superficial.
- Prohibición de la extracción del agua.
- Instalación de almacén de residuos peligrosos.
- Instalación de señalética en obra de prohibición de fogatas y conservación de la fauna silvestre local.
- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
- Pláticas de concientización ambiental al personal en obra en pro del cuidado del ambiente.

2.2.8.3 Seguridad en obra

Antes de iniciar los trabajos de construcción de cada gaza de la obra, el contratista deberá considerar el desvío del tránsito vehicular y el cierre parcial de ambas vialidades (autopista 150 – D y carretera 180) para poder llevar a cabo la ejecución de actividades de la obra mediante la colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad en obra, por lo tanto, se deberá realizar de manera escalonada en función del programa de trabajo.

Por lo tanto, se requiere instalar señalamiento horizontal, vertical y dispositivos de seguridad provisionales para guiar el tránsito vehicular y resguardar la integridad de los usuarios del entronque, así como la del personal que trabaja en obra (N-PRY-CAR-10-03-001/21). El señalamiento horizontal es el conjunto de marcas que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras para delinear las características geométricas del camino en la zona en donde se realizarán los trabajos para regular y canalizar el tránsito de vehículos; mientras que el señalamiento vertical se refiere al conjunto de tableros con leyendas y pictogramas fijados en postes, marcos o caballetes que se colocan provisionalmente en sitio para la protección de los usuarios del entronque, del personal en obra y la integridad de la obra durante la ejecución de los trabajos.

El señalamiento vertical incluye señales preventivas, restrictivas, informativas y otras (N-PRY-CAR-10-03-002/21), indicando que las señales preventivas son tablero con símbolos y leyendas que tienen por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de algún potencial peligro en el camino y su naturaleza con motivo de los trabajos; las señales restrictivas tienen el objetivo de regular el flujo vehicular dado que indica la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones que restringen el uso del camino con motivo de la ejecución de los trabajos; por último las señales informativas sirven para guiar a los usuarios e indicar recomendaciones temporales.

Los dispositivos de canalización y protección son elementos que se colocan provisionalmente en la zona de la obra para encauzar el flujo vehicular e indicar estrechamientos y cambios de dirección ocasionados por la obra. De acuerdo con la N-PRY-CAR-10-03-003/01, los dispositivos que se pueden considerar para el desvío del tránsito son:

- Barreras fijas: Elementos modulares huecos fabricados de materiales, flexibles, ligeros y resistentes que se colocan para impedir el paso de vehículos en las zonas restringidas de la obra y que deberán de colocarse perpendicularmente o paralelos al sentido del tránsito.

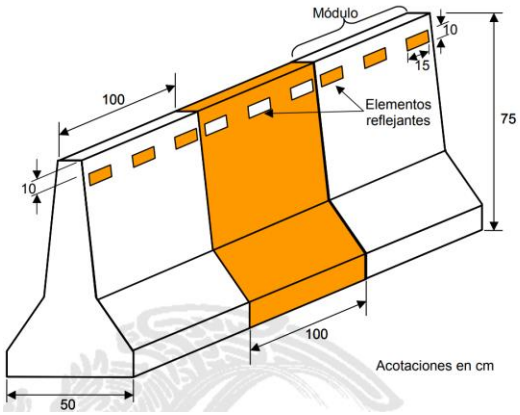


Figura 40. Ejemplificación de barreras fijas

- Conos: Dispositivos de forma cónica con base cuadrada de material semirrígido resistente a la intemperie y que se colocan a nivel del suelo para delimitar las zonas de trabajo y encauzar el tránsito a los carriles adecuados.

- Tambos: Elementos de forma cilíndrica de material semirrígido resistente a la intemperie que se colocan a nivel del suelo para delimitar zonas de trabajo y desviar el tránsito de vehículos.

- Señales manuales: Banderas de tela con dimensiones de 60 por 60 centímetros (cm) acopladas a una asta de un metro de largo y sujetas por un banderero provisto de equipo de seguridad para extender la asta, levantar la mano y ondear la bandera para mostrarla al tráfico.

Remarcando que no se deberán iniciar los trabajos son disponer de las señales necesarias, mismas que deben situarse y conservarse adecuadamente, por lo que no se deberá obstruir su visibilidad y deberán contar con dispositivos luminosos para prevenir accidentes en horarios nocturnos mientras que la ejecución de la obra se encuentra parada.

2.2.8.4 Instalación de obras provisionales

Para le ejecución de la obra se requerirá designar sitios para el establecimiento de obras de naturaleza provisional, es decir, aquellas necesarias para la ejecución de las actividades del proyecto que serán retiradas del sitio al término del proceso constructivo, estas incluyen elementos como bodegas, almacenes, patios de maquinaria y sanitarios portátiles que deberán cumplir con las siguientes condicionantes:

- Situarse en zonas cercanas al área de trabajo.
- Las áreas propuestas no deberán contar con vegetación.
- No deberán encontrarse a menos de 100 m de distancia de algún cuerpo de agua.
- Los sitios seleccionados deberán contar con una topografía plana.
- Deberán ser de fácil acceso para la carga y descarga de insumos y maquinaria.
- Deberán cumplir con lo estipulado en el artículo 18° del Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y la NOM-001-STPS-2008 en relación a las condiciones de las áreas de los centros de trabajo.

Durante los trabajos de campo que se llevaron a cabo, se identificaron como posibles sitios para el establecimiento de obras provisionales a los espacios que se ubican dentro de las gazas existentes del entronque, las cuales se encuentran dentro del DDV del entronque y carecen de vegetación forestal, por lo cual se presentan en la siguiente tabla los sitios propuestos para la instalación de las obras provisionales.

Tabla 18. Ubicación propuesta de las obras provisionales

No. Sitio propuesto	Coordenadas UTM (WGS 84 Zona 14 N)	
	X	Y
1	794977.17	2112520.31
2	794949.89	2112371.92

En la Figura 41 se presenta un ejemplo de un sitio dentro del DDV del entronque que cumple con los principios de no contar con vegetación, de topografía plana y de fácil acceso; la cual se encuentra en el cuadrante IV del entronque. Así mismo, en la Figura 42 se presenta el mapa con la ubicación de los sitios propuestos para la instalación de las obras provisionales.



Figura 41. Ejemplificación de sitios propuestos para la instalación de obras provisionales

No obstante, será responsabilidad de la empresa constructora establecer las áreas que considera apropiadas para la instalación de las obras provisionales, así como su distribución y dimensiones, para lo cual habrá de considerar las siguientes especificaciones:

- Almacén de materiales: Es el sitio en que se depositan temporalmente los insumos, herramientas y materiales de la construcción que puedan sufrir deterioros por su exposición a la intemperie y que se usarán durante la etapa de construcción del proyecto. Estos deberán estar debidamente delimitados y señalizados para no permitir el contacto de los materiales con el suelo natural del sitio. Finalmente se deberá llevar a cabo una clasificación de riesgo de incendio de acuerdo con lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.

- Almacén temporal de residuos peligrosos: Es un espacio destinado al acopio temporal de los residuos peligrosos generados durante la ejecución de la obra, por lo que se deberá de cumplir con lo establecido en los artículos 40° a 45° de la LGPGIR, así como lo establecido en los artículos 35°, 36°, 42° y 46° del R-LGPGIR, así como lo establecido en la NOM-005-STPS-1998 con respecto al manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas.
  Adicionalmente el almacén deberá contar con sistemas de detección y extinción de incendios, deberá contar con pasillos amplios para el movimiento de equipos mecánicos o manuales con lo que se desplacen los contenedores de residuos o para los grupos de seguridad y bomberos en situaciones de emergencia. Deberá contar con mecanismos para casos de derrame de residuos líquidos, por ejemplo, canaletas, trincheras o fosas de retención y finalmente deberá estar construido por muros de material no inflamable.
  Para el manejo del almacén se debe contemplar que la necesidad de envasar, clasificar y etiquetar los residuos generados e identificados en obra, de manera que se señale su

peligrosidad de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, así como contar con una bitácora de generación de residuos y acomodar los recipientes conforme a la elaboración de la matriz de incompatibilidad que el contratista deberá generar con base en lo establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993. Por último, se debe tomar en consideración que no se podrán almacenar los residuos durante un periodo mayor a 6 meses como establece el artículo 66° de la LGPGIR.

- Área para contenedores de residuos sólidos urbanos: En este sitio se ubicarán los contenedores para residuos que sean generados por la mano de obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo cual para su uso deben estar identificados y señalados de acuerdo con la clasificación primaria de residuos del artículo 18° de la LGPGIR, es decir, en residuos orgánicos e inorgánicos. El responsable del proyecto deberá garantizar que los residuos recolectados no se dispongan inadecuadamente en los frentes de trabajo de la obra, sino que deberá gestionar su recolección ante las autoridades del municipio de Medellín de Bravo o en su defecto trasladarlos por propia cuenta o mediante la contratación de una empresa calificada y autorizada para la recolección y transporte de los residuos a sitios de disposición final o para su tratamiento.

- Instalaciones sanitarias: Se deberán instalar servicios sanitarios portátiles en los frentes de trabajo para que se encuentren a disposición de los trabajadores en obra, conforme a lo dispuesto en la NOM-031-STPS-2011 Construcción, en consideración que aproximadamente se requiere de un sanitario por cada 12 trabajadores. Señalando que la operación, mantenimiento y recolección de residuos deberá quedar a cargo de la empresa prestadora del servicio, por lo cual deberá estar autorizada ante el estado.

- Patio de maquinaria: Es el área que se ocupa como estacionamiento para la maquinaria al término de la jornada laboral, preferentemente deberá ubicarse cerca del almacén de materiales. Se debe tomar en cuenta que para minimizar el impacto ambiental que pueda ocasionar la falta mantenimiento de la maquinaria, por ejemplo, los derrames de aceites, combustibles u otras sustancias, por lo cual se deberá proteger al suelo con una capa de concreto de 10 cm de espesor o con una membrana plástica.



Figura 42. Ubicación propuesta de los sitios para obras provisionales

2.2.8.5 Desmonte y despalme

El desmonte es la actividad de remoción del material vegetal dentro de la superficie de afectación del proyecto, lo cual facilita llevar a cabo las actividades del proyecto debido a la mejora de la visibilidad del área y a que ayuda a impedir daños a la obra; por lo que previo al inicio de operaciones la contratista deberá delimitar el equipo a utilizar conforme al volumen a remover, su ubicación, las dimensiones de los ejemplares y en el cronograma de ejecución para las actividades de:

- Tala: Corte de árboles y arbustos.
- Roza: Retiro de maleza, hierbas o zacate.
- Desenraice: Extracción de troncos con o sin raíz.
- Limpia: Retiro del producto de la actividad y disposición en sitios autorizados que indique el proyecto o el supervisor en obra.

Para el desmonte habrá de asegurarse de retirar toda la materia vegetal que se encuentre en el sitio en que se ejecutarán los trabajos de modernización del entronque, de manera que se evite la revegetación de la zona durante la duración de la obra. Las operaciones podrán ser realizadas a mano o con apoyo del equipo adecuado que seleccione la contratista para su realización, debiendo evitar realizar daños a la vegetación fuera de la superficie de afectación del proyecto, por lo que cualquier daño ocasionado fuera de dicho limite será responsabilidad de la empresa ejecutora y por lo tanto deberá realizar la sustitución por su cuenta, cumpliendo con lo establecido en materia de protección al ambiente (N-CTR-CAR-1-01-001/11).

El despalme consiste en el retiro de la capa superficial del suelo que cuenta con materia vegetal, esto se realiza mediante el uso de maquinaria que permita eliminar el material inadecuado para el desarrollo del proyecto con el fin de evitar la mezcla del material de construcción con materia orgánica no

utilizable. Los residuos obtenidos de esta actividad deberán ser transportados y depositados en sitios autorizados por la SEMARNAT y autoridades municipales (N-CTR-CAR-1-01-002/11).

2.2.8.6 Operación de maquinaria y acarreo de materiales

El acarreo de materiales hace referencia al transporte de materiales procedentes de bancos de material y productos de las actividades del proceso constructivo hasta el sitio de utilización o sitio de depósito mediante vehículos de carga pesada como camiones de volteo (N-CTR-CAR-1-01-013/00).

Para esta actividad se deberá hacer uso de la maquinaria adecuada para el transporte del tipo de material en volúmenes necesarios, por lo cual deberá mantenerse en condiciones óptimas de operación a lo largo de la duración de la obra y deberá ser operado por personal capacitado. Las vías de acceso a la zona del trabajo serán la autopista 150 – D y la carretera 180, por lo que no se requerirá de la apertura de caminos secundarios para llegar al frente de trabajo.

Cuando se acarren materiales finos o granulares, su transporte deberá realizarse en vehículos de cajas cerradas o protegidas con lonas y materiales similares que impidan la contaminación del entorno o que eviten su derrame.

El suministro de materiales para la ejecución de la obra quedará a cargo de la empresa contratista, por lo cual es su responsabilidad definir la procedencia de los materiales con base al Inventario Nacional de Bancos de Materiales en donde se encuentran registrados aquellos ante la autoridad y, por lo tanto, que cuentan con permiso de operación. Con ello se presenta a continuación una propuesta de listado de opciones disponibles para su elección.

Tabla 19. Bancos de material aledaños al área del proyecto

No. de banco	Nombre	Ubicación	Usos probables
1	El Palmar	Xalapa – Veracruz	Terracerías, revestimiento, subbase, concreto asfáltico y concreto hidráulico
2	Chichicaxtle	Xalapa – Veracruz	Terracerías, revestimiento, subbase, mezcla asfáltica y concreto hidráulico
3	Limones	Xalapa – Veracruz	Terracerías, revestimiento, subbase, mezcla asfáltica y concreto hidráulico
4	La Poza	Paso del Toro – Acayucan	Revestimiento, subbase, mezcla asfáltica y concreto hidráulico
5	Los Clarines	Veracruz – Minatitlán	Terracerías y revestimiento
6	Tapalapan	Paso del Toro – Acayucan	Terracerías, revestimiento y subbase
7	Las Margaritas	Paso del Toro – Acayucan	Terracerías y revestimiento
8	La Roca	Aeropuerto	Concreto asfáltico e hidráulico
9	Tecolapan	Paso del Toro – Acayucan	Terracerías, revestimiento, subbase, concreto asfáltico y concreto hidráulico
10	Tres Zapotes	Veracruz – Minatitlán	Terracerías y revestimiento
11	Álvaro Obregón	Córdoba – Veracruz	Terracerías y revestimiento
12	Río Seco	Córdoba – Veracruz	Terracerías, revestimiento, subbase, concreto asfáltico y concreto hidráulico

13	Miguel Aguilar	Córdoba – Veracruz	Terracerías y revestimiento
14	El Moralito	Córdoba – Veracruz	Concreto asfáltico, mezcla asfáltica y concreto hidráulico
15	Los Tableros	Paso del Toro – Acayucan	Terracerías y revestimiento
16		Xalapa – Veracruz	Terracerías y concreto asfáltico

2.2.8.7 Retiro de infraestructura

2.2.8.7.1 Retiro de señalamiento existente

Se deberá remover completamente la estructura de soporte de las señales verticales, incluyendo su cimentación, para ello habrá de considerar que no de dañen los elementos del entronque por lo que se realizará con el equipo cuidadosamente seleccionado por la ejecutora de la obra (N-CSV-CAR-4-05-002/02).

Por otro lado, se deberán remover las barreras de protección de las gazas existentes de los cuadrantes III y IV, removiendo completamente los postes de las barreras y su cimentación, de manera cuidadosa y con el equipo adecuado para no dañar los elementos de la carretera (N-CSV-CAR-4-05-003/02).

2.2.8.7.2 Fresado de la carpeta actual

El fresado de la superficie de rodadura se refiere al conjunto de actividades para retirar la capa de rodadura o capa asfáltica superficial del pavimento (N-CSV-CAR-3-02-006/20).Sobre la unión de la autopista 150 – D con la incorporación de las nuevas gazas se deberá llevar a cabo el retiro del pavimento actual con el fin de poder llevar a cabo la propia construcción de las gazas, así mismo se requerirá realizar el mismo procedimiento con las gases existentes de los cuadrantes III y IV del entronque.

Para los trabajos se usará una fresadora autopropulsada para producir un fresado uniforme que permita controlar la profundidad del fresado, por lo cual debe contar con una cabeza de corte con un ancho de 90 cm, de discos de corte con dientes de carburo o diamantados, cilindros hidráulicos para mantener una constante presión sobre la cabeza de corte, dispositivos para controlar su alineación, detectar variaciones en el nivel de la superficie; de un dispositivo de enfriamiento mediante agua y de una banda elevadora para cargar el producto del corte al camión de volteo.

El fresado se realiza paralelamente a la autopista 150 – D y se evitará que los residuos resultantes escurran por un carril abierto al tránsito o en las obras de drenaje del entronque. En cuanto al recorte de la carpeta, se enfoca a remover la carpeta asfáltica por medios mecánicos a una profundidad dividida en dos etapas, la primera corresponde a un corte de 20 cm de profundidad a partir de la superficie de la carpeta existente y en la segunda etapa, un corte de 30 cm de acuerdo con lo señalado en el diseño del proyecto (N-CSV-CAR-3-02-007/10).

El recorte tiene la finalidad de obtener la pendiente transversal requerida, por lo que las operaciones del recorte se llevan a cabo en cada franja de tal forma que las franjas fresadas estén niveladas en todo el ancho requerido con el fin de evitar orillas verticales expuestas que puedan ser peligrosas.

El perfil longitudinal de la superficie de la carpeta asfáltica recortada tomará como referencia una línea guía localizada a la orilla del recorte mientras que la pendiente transversal de la superficie recortada se determinará mediante un mecanismo de control automático o por un dispositivo de patín localizado en la orilla opuesta del recorte en dependencia de la elección de la empresa ejecutora. Una vez realizado el recorte, la superficie deberá quedar lisa y libre de marcas de escarificación, ranuras, crestas o cualquier tipo de desperfecto.

2.2.8.7.3 Retiro de obras de drenaje existentes

El desmantelamiento de las obras de drenaje existentes comienza con la determinación de medidas y secciones de cada estructura a demoler y sus elementos, indicando las líneas y niveles entre los que se demolerá. Previamente se desmantelarán los materiales aprovechables que determine el ejecutor de la obra, por lo que no se deberán dañar los materiales indicados (N-CTR-CAR-1-02-01).

La demolición de las obras de drenaje se ejecutará utilizando herramientas manuales como cincel o con equipo mecánico en consideración del sitio en donde vaya a alojarse la nueva obra. Todos los materiales producto de esta actividad serán dispuestos con previa autorización de la autoridad.

2.2.8.7.4 Retiro de obras inducidas

La modernización del entronque implicará el retiro temporal de líneas de tendido eléctrico y fibra óptica, por lo que la contratista encargada de la ejecución de la obra y el promovente del proyecto deberán coordinarse con las instituciones de CFE y TELMEX quienes operan dichas obras inducidas para llevar a cabo su retiro de manera temporal; señalando que el diseño para su retiro no será responsabilidad de la empresa contratista, sino que esta deberá ejecutar las operaciones de retiro que señale cada organismo.

2.2.8.8 Modificación y construcción de las obras de drenaje de alivio

Para la adecuación de las obras de drenaje se comenzará con la limpieza del sitio en donde se llevarán a cabo las actividades mediante herramientas mecánicas o medios manuales, resaltando que en el fondo de la alcantarilla debe estar libre de raíces o materia vegetal, así como irregularidades en el terreno.

El proyecto contempla el retiro parcial de las obras de drenaje existentes para su ampliación, por tanto, los residuos que se generen por esta actividad deberán ser entregados a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente del estado de Veracruz (SEDEMA) para el manejo, traslado y acopio para este tipo de residuos.

2.2.8.8.1 Excavaciones

Las excavaciones se ejecutan a cielo abierto mediante maquinaria y equipo adecuado para colocar los cajones de concreto prefabricado trasladados al sitio para formar las obras de drenaje, de forma que se respeten las secciones, dimensiones y niveles establecidos en el proyecto.

Durante la ejecución de los trabajos de excavación se deberá proteger de inundaciones y se deberá asegurar su estabilidad para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación, conforme a lo indicado en la norma N-CTR-CAR-1-01-007/11.

El relleno de las excavaciones se realiza con la colocación de materiales en capas de manera simétrica respecto al eje transversal de la estructura con espesores señalados en el proyecto para poder ser posteriormente compactado simétricamente con el equipo adecuado de forma que se garantice una compactación uniforme al grado indicado en el proyecto en toda el área del relleno, tomando precauciones para evitar daños a las estructuras de las obras de drenaje (N-CTR-CAR-1-01-011/20).

2.2.8.8.2 Construcción de obras de drenaje

Se colocarán en sitio alcantarillas de cajón de concreto prefabricado para dar paso libre al agua que corre de un lado a otro de las gazas del entronque (N-CTR-CAR-1-03/002/20). Posterior a las excavaciones se colocará una plantilla de apoyo formando una capa de cemento apisonada al grado de compactación y espesor indicado por el proyecto.

Posteriormente se realiza la colocación de la alcantarilla prefabricada de aguas abajo hacia aguas arriba y se rellanará colocando en los costados y alrededor de la estructura una capa de suelo de 15 cm compactada simétricamente al grado establecido por el proyecto. En los extremos de la alcantarilla se sujetarán muros de cabeza de mampostería y zampeado en la entrada y salida de la estructura para

protegerla contra la erosión mediante un recubrimiento de la superficie con mampostería de cemento, colocando la mezcla y extendiéndola de manera uniforme hasta obtener el espesor establecido por el proyecto, posteriormente se apisonará y curará.

2.2.8.9 Construcción de obras de drenaje complementarias

2.2.8.9.1 Cunetas

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona de las gazas para interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona para conducirla a un sitio en que no ocasione daños a la infraestructura o a sus usuarios (N-CTR-CAR-1-03-003/0).

Para formar las cunetas se realiza una excavación de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el diseño del proyecto, prolongando la longitud necesaria en diagonal siguiendo la conformación del terreno para desfogar el agua en terreno natural en la obra de drenaje más cercana.

Una vez terminada la conformación de la cuneta se revestirá mediante zampeado para protegerla contra la erosión mediante un recubrimiento de la superficie con mampostería de cemento, colocando la mezcla y extendiéndola de manera uniforme hasta obtener el espesor establecido por el proyecto, posteriormente se apisonará y curará (N-CTR-CAR-1-02-002/20). Las cunetas serán de 1 m de ancho construidas con concreto con resistencia f´c de 100 kg/cm^2 con las características presentadas en la siguiente imagen.

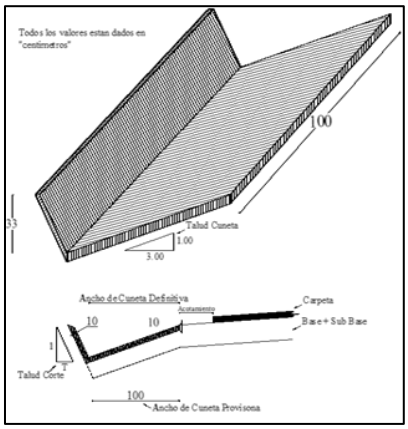


Figura 43. Diseño previsto de las cunetas para las gazas del entronque

2.2.8.9.2 Lavaderos

Por otro lado, los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento del entronque; para ello se comienza con la excavación con las paredes perfiladas para alojar la sección del lavadero, prologando la excavación hasta interceptar la superficie de acotamiento o hasta desfogar en el terreno natural o alcantarilla más cercana (N-CTR-CAR-1-03-006/00).

Se colocan en las salidas de las alcantarillas del entronque para eliminar los daños que origina la velocidad del agua en terracerías susceptibles a la erosión, por lo que se construirá sobre el talud interno de las gazas del entronque en tangente como se presenta en la Figura 5.

Una vez terminada la excavación, se revestirá el lavadero mediante zampeado para protegerlo de la erosión mediante un recubrimiento de la superficie con mampostería de cemento, colocando la mezcla y extendiéndola de manera uniforme hasta obtener el espesor establecido por el proyecto,

posteriormente se apisonará y curará. Los lavaderos seguirán las características presentadas a continuación.

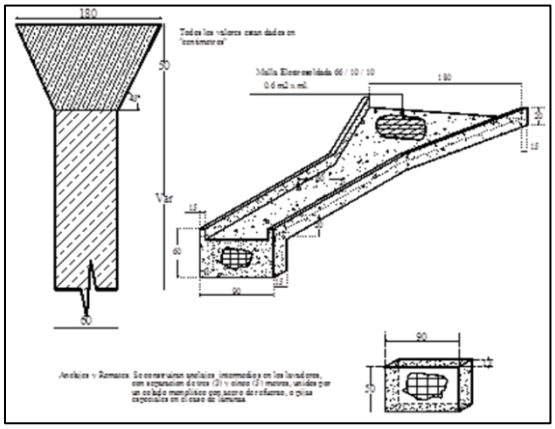


Figura 44. Diseño previsto de los lavaderos del entronque

2.2.8.9.3 Bordillos

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos del entronque para evitar la erosión de las terracerías (N-CTR-CAR-1-03-007/00). Se ubicarán longitudinalmente en los costados de los terraplenes en curva horizontal, en el exterior de los acotamientos de las gazas y se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento pluvial hacia los lavaderos.

Los bordillos tienen una forma trapezoidal con base inferior de 16 cm, base superior de 8 cm y altura de 12 cm, colocándolos en sitio mediante moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de manera que permanezcan anclados al terreno natural y habrán de seguir las características presentadas en la siguiente imagen.

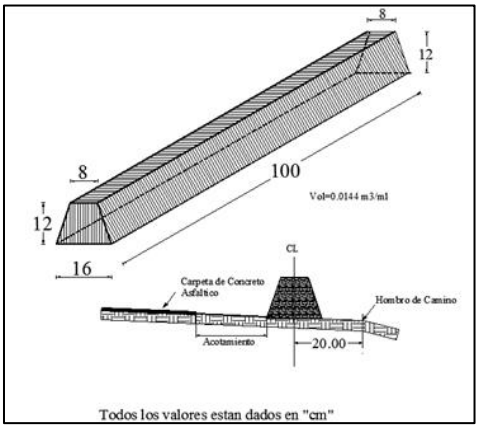


Figura 45. Diseño previsto de los bordillos del entronque

2.2.8.10 Conformación de terraplenes

La conformación de terracerías se realiza sobre la superficie de rodamiento proyectada para las gazas del proyecto a introducir, cumpliendo con una compactación del suelo al 95% de su PSVM para garantizar la estabilidad y seguridad del terraplén; este proceso se realiza en capas de 20 a 30 cm hasta llegar el nivel de la rasante del pavimento de la vialidad superior.

2.2.8.10.1 Nivelación y corte

Una vez realizado el desmonte del terreno, se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción; los cortes se ejecutan de acuerdo con el alineamiento, perfil y sección propuesta en el proyecto, cerciorándose de que permitan el drenaje natural del corte; en caso de que los taludes resulten fragmentados o la superficie sea irregular o inestable, el material deberá ser removido (N-CRT-CAR-1-01-003/11).

Los materiales producto del cote podrán ser utilizado para la construcción del terraplén, siempre y cuando cumplan con las características de la empresa ejecutora de la obra o en su defecto deberá ser depositado en bancos de tiro autorizados.

2.2.8.10.2 Afine y compactación

El afinamiento es la excavación y remoción de materiales para perfilar las secciones de una terracería y se ejecuta de forma que resulten las líneas y niveles establecidos en el proyecto, procurando la eliminación de irregularidades (N-CTR-CAR-1-01-006/00).

Debido a la topografía del terreno el sitio se rellenará a volteo para formar una plantilla en la que se pueda desarrollar la ejecución de la obra, prosiguiendo por capas compactadas a nivel indicado por el proyecto. Cada capa de material compactable se realizará hasta alcanzar el grado de compactación indicado en el proyecto, por lo cual se realizará longitudinalmente de las orillas hacia el centro y del interior al exterior.

2.2.8.10.3 Construcción de terraplén

Los terraplenes son estructuras que se construyen con el fin de obtener el nivel de subrasante que indica el proyecto para la incorporación de la autopista 150 – D a la carretera 180 y viceversa, primeramente, se delimita la zona de desplante del terraplén mediante estacas, posteriormente el material con que se conformará el terraplén se descarga sobre la superficie donde se extenderá; el material se prepara con agua por medio de riegos y mezclados hasta alcanzar el nivel deseado de homogeneidad en granulometría y humedad para su compactación (N-CTR-CAR-1-01-009/16). Los terraplenes se construyen respetando la inclinación de los taludes señalados en el proyecto como se muestra en la siguiente figura.

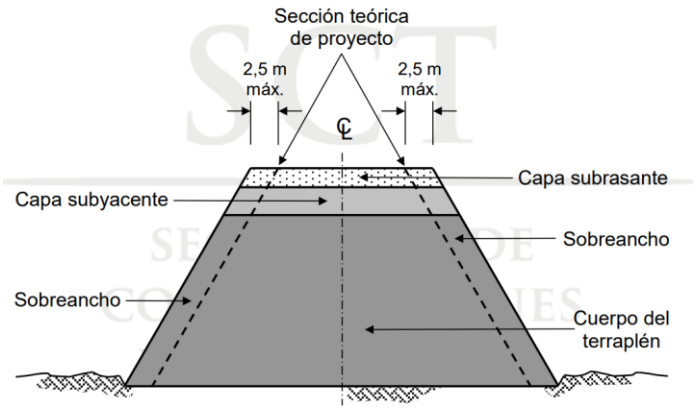


Figura 46. Ejemplificación de la sección transversal del terraplén

2.2.8.10.4 Capa subrasante

Como parte final del terraplén y antes de iniciar las operaciones de pavimentación, se requiere la construcción de la capa subyacente y subrasante debidamente terminada dentro de las líneas y niveles

establecidas por el proyecto, no debiendo contar con irregularidades para proseguir con la descarga del material de la subrasante para su posterior conformación y compactación.

La capa de subrasante tiene un espesor especificado por el diseño del proyecto de 30 cm, con el fin de cumplir con lo establecido por la norma N-CMT-1-03/02 (Materiales para subrasante), debiéndose compactar hasta el 100% de su PVSM debido a que fungirá como base para el desplante de la estructura del pavimento.

El tendido del material se realiza con extendedora y se incorpora el agua necesaria para su compactación por medio de riegos hasta alcanzar el contenido de agua adecuado y lograr su homogeneidad. El material se extiende en todo el ancho de corona de las gazas y se conformará hasta obtener una capa son compactar uniforme; el proceso continúa en capas sucesivas hasta compactar la última capa para obtener la sección y niveles establecidos. La compactación se realiza longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior de las curvas.

2.2.8.10.5 Construcción de muros

Se construirán muros mecánicamente estabilizados como estructuras de contención del terraplén de las gazas complementarias 1 y 3 ubicadas en los cuadrantes II y IV del entronque, respectivamente; con el fin de proveer al terraplén de la capacidad de resistir esfuerzos de tensión y absorber las deformaciones en la zona de desplante por medio de estos elementos.

Para ello se requiere colocar una malla electrosoldada a lo largo de la superficie del terraplén mediante anclajes y herrajes metálicos para su contención; previo a la colocación de las mallas, deben cortarse en lienzos o tramos de malla, las dimensiones adecuadas que se van a colocar y se colocarán sujetándolas con anclas cortas y largas de forma que se evite al máximo su desplazamiento. (N-CTR-CAR-1-01-012/00).

Posteriormente se coloca como refuerzo horizontal, armaduras de acero galvanizado para conformar taludes verticales estables y finalmente se realiza en armado del paramento, montando los paneles de concreto prefabricado y rellenando dentro de los muros con material granular a elegir por la empresa contratista para permitir el drenaje del muro y reducir la presión hidrostática detrás del muro.

2.2.8.10.6 Protección del Talud

Se realizará la estabilización de terraplenes del entronque por medio de geoceldas e hidrosiembra para asegurar la estabilidad del talud y mitigar la erosión del suelo. En primer lugar, las geoceldas son estructuras tridimensionales de polietileno de alta densidad que se expanden para formar una malla en forma de panal sobre el talud del terraplén en que se instala para confinar el suelo y el material de relleno, mejorando su resistencia y capacidad de cargas dado que retienen la tierra y evitan su movimiento, así como la erosión superficial causada por lluvia o viento.

Posteriormente, la hidrosiembra se usa como refuerzo biológico que fortalece la estructura a largo plazo y ayuda a restaurar el ecosistema del terraplén debido a que establece una cubierta vegetal en el talud del terraplén. Para mayor información acerca de sus beneficios, procedimientos de colocación y aplicación podrá consultarse el Capítulo 6 de la presente MIA-P.

2.2.8.11 Ampliación del cuerpo B del puente

2.2.8.11.1 Perforaciones

Las perforaciones se ejecutan a cielo abierto mediante maquinaria y equipo adecuado para que la cimentación de la estructura pueda transmitir al subsuelo las cargas de la estructura con seguridad y eficiencia, de forma que se respeten las características geométricas, estructurales y de acabados establecidos en el proyecto; el diámetro de la perforación será menor al diámetro del pilote.

Durante la ejecución de los trabajos de perforaciones se deberá proteger de inundaciones y se deberá asegurar su estabilidad para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación, conforme a lo indicado en la norma N-CTR-CAR-1-01-007/11. El relleno de las perforaciones se realiza con la colocación de materiales en capas de manera simétrica respecto al eje transversal de la estructura con espesores señalados en el proyecto para poder ser posteriormente compactado simétricamente con el equipo adecuado de forma que se garantice una compactación uniforme al grado indicado en el proyecto en toda el área del relleno, tomando precauciones para evitar daños a las cimentaciones (N-CTR-CAR-1-01-011/20).

2.2.8.11.2 Subestructura

Las cimentaciones son el conjunto de elementos estructurales desplegados a una profundidad inferior a cuatro veces su dimensión menor en planta para transmitir las cargas de la superestructura, subestructura y de la propia cimentación, al subsuelo que las soporta. Se componen de zapatas que consisten en bases rígidas de concreto que reciben las cargas de los elementos estructurales del puente como se ejemplifican a continuación (N-PRY-CAR-8-01-001/18).

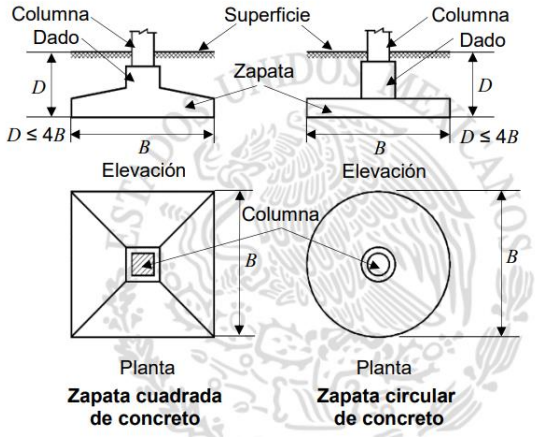


Figura 47. Ejemplificación de zapatas

Cuando la zapata de cimentación comience a construirse se deberán dejar colocadas varillas longitudinales perimetrales que permitan la colocación de los pilotes de concreto prefabricado en la perforación para transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo (N-CTR-CAR-1-06-002/01). La elección de los pilotes dependerá de las condiciones del suelo y condiciones ambientales, sin embargo, habrán de fabricarse sobre plataformas de concreto hidráulico para el apoyo y fijación de los moldes, para lo cual se deberá seguir el siguiente procedimiento:

El acero para concreto hidráulico es constituido por varillas, barras, mallas y otros elementos estructurales que se utilizan para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura del concreto hidráulico (N-CTR-CAR-1-02-004/02). Las varillas de refuerzo se doblarán en caliente a no más de 200°C para darles la forma requerida de la zapata del puente y se colocan en la posición para mantenerlas firme en su sitio durante el colado del concreto.

Se colocarán estribos que rodearán las varillas longitudinales y transversales de las capas de refuerzo y quedarán firmemente unidos a ellas, posteriormente la capa de refuerzo quedará separada mediante el uso de separadores de acero de 95 milímetros (mm) que se sujetan al acero de refuerzo mediante soldadura para mantener su posición. Una vez montadas las piezas de la estructura se limpiará para quedar libre de escamas sueltas, escoria, óxido, humedad o cualquier otro material extraño y se aplicará una capa de protección (N-CTR-CAR-1-02-008/01).

Antes del colado de concreto hidráulico sobre obras falsas y moldes rígidas para evitar deformaciones por la presión del concreto y que descansan sobre las zapatas y pilotes existentes del eje troncal, se debe garantizar que la superficie por cubrir está exenta de materias extrañas y que la superficie se mantendrá húmeda (N-CTR-CAR-1-02-003/04).

No se deberá realizar el colado del concreto en cimbras o moldes con aberturas mayores a 10 mm. En caso de usar moldes de concreto en dependencia de la elección de la empresa contratista, no se podrán usar piezas torcidas ni se podrán quedar ahogadas en concreto. Finalmente, los moldes y cimbras se construirán de manera que puedan ser retiradas sin dañar el concreto, los agujeros se resanarán con mortero de cemento hasta dejar una superficie lisa.

El colado del concreto deberá ser continúo cubriendo toda la sección de la zapata, considerando que la colocación y acomodo del concreto se hará en 30 minutos posteriores a la incorporación del agua a la mezcla y llenando totalmente las cimbras o moldes. El acomodo se realiza empleando vibradores a operar verticalmente para asegurar un correcto acomodo de la revoltura. Una vez fraguado el concreto se evitará la pérdida de agua para que alcance su resistencia y durabilidad potencial. Al terminar el proceso de colado, el concreto quedará uniforme y libre de canalizaciones, depresiones, ondulaciones o cualquier tipo de irregularidad.

Para el despegue, izamiento y demás maniobras de los pilotes, se deberán preparar puntos estructuralmente apropiados a lo largo del pilote para llevar a cabo estas maniobras para reducir el peligro de fracturas como se muestra en la siguiente figura. Durante este proceso se deberá cuidar la verticalidad de los pilotes para evitar problemas con el cabezal y la colocación de trabes.

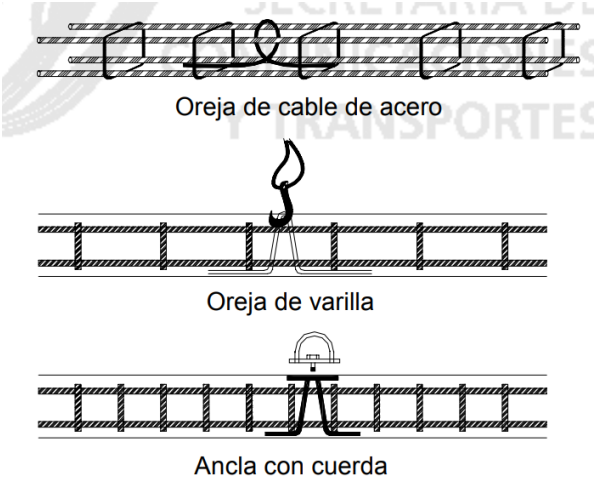


Figura 48. Ejemplificación de elementos para izamiento de los pilotes del puente

Los pilotes serán hincados en el sitio de manera que se garantice su integridad estructural, una vez que el pilote esté en condiciones, se debe ligar con la estructura que va a soportar la superestructura, es decir el cabezal prefabricado en donde posaran las vigas, tableta y losa de la superestructura.

2.2.8.11.3 Superestructura

La superestructura se diseña para mantener el rango elástico para las fuerzas asociadas al mínimo del sismo elástico o sobre la resistencia de los elementos críticos. Para el montaje de los cabezales prefabricados se requiere el uso de grúa para su correcto posicionamiento y proceder con las conexiones y ajustes que aseguran su estabilidad y resistencia debido a que son los encargados de recibir las trabes y trasmitir las cargas a los pilotes y cimentación; el armado de la estructura se realiza colocando varillas de acero de refuerzo longitudinal en los lechos inferior y superior de la columna y

en los costados de los cabezales, mientras que para el refuerzo vertical se colocan estribos rectangulares a partir del extremo del cabezal hacia los costados de la columna. Para la unión de las vigas con el cabezal se colocarán anclas de acero enroscadas en el extremo expuesto y se colocarán ductos en todo el largo del cabezal para colocar dentro de ellos torones que realizan el tensado de la estructura.

La instalación de las trabes entre los cabezales de la estructura se realiza igualmente mediante el uso de grúas que permiten su colocación de manera alineada, de forma que permita contar con una superficie uniforme; las trabes tipo cajón se prefabrican utilizando moldes de madera, metálicos o mixtos para las paredes de las trabes, llevando a cabo el colado y vibrado de forma continua para evitar el desalojamiento de la posición correcta del refuerzo, obteniendo como resultado una superficie lisa que se procederá a montar.

Finalizando el procedimiento mediante la unión de las nuevas trabes con el resto de la estructura del puente del entronque mediante sistemas de conexión especificadas en el diseño del proyecto; para el puente del entronque se propone utilizar una losa prefabricada de concreto como componente rigidizador, este sistema requiere de losas de concreto prefabricado apoyadas sobre las trabes del puente para aportar rigidez al sistema y actuar como encofrado, reduciendo el uso de cimbras y mejorando la seguridad y calidad del tablero del puente, posteriormente se coloca acero de refuerzo en donde se vacía el concreto para generar una losa continua sobre la cual realizar la pavimentación del puente.

2.2.8.12 Pavimentación

El pavimento asfáltico flexible de las gazas se construye sobre las terracerías finalizadas, esta es una estructura formada por una zapa de subbase, de base, de la carpeta asfáltica y de la capa de rodadura como se presenta en la siguiente imagen (N-PRY-CAR-5-01-001/24). Para el presente proyecto se consideró una capa de rodadura de 5 cm, una carpeta asfáltica de 12.5 cm, una subbase hidráulica de 15 cm y una capa subrasante de 30 cm.

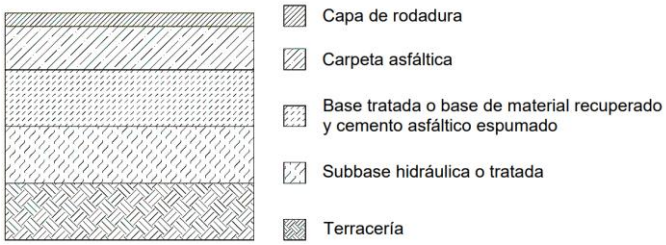


Figura 1. Sección transversal del pavimento asfáltico para el entronque Paso del Toro

2.2.8.12.1 Base hidráulica

La base hidráulica es una capa de materiales pétreos que se construye sobre la subbase o subrasante para proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y capa de rodadura, para soportar las cargas que estás le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior y proporcionar a la estructura del pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea (N-CTR-CAR-1-04-002/11).

Sobre la capa de subrasante se construirá una base hidráulica con una losa de concreto de 15 cm de espesor, para ello se extenderán capas uniformes de material sin compactar en todo el ancho de corona de las gazas. La capa extendida se compactará con rodillo liso hasta alcanzar el grado indicado por el proyecto, para ello se realizará longitudinalmente de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas.

2.2.8.12.2 Riego de impregnación y de liga

El riego de impregnación consiste en la aplicación de un material asfáltico sore una capa de material pétreo como la base de pavimento para impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica (N-CTR-CAR-1-04-004/15).

El material se aplica uniformemente sobre toda la superficie, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua de la barra de circulación de la petrolizadora como se muestra a continuación.

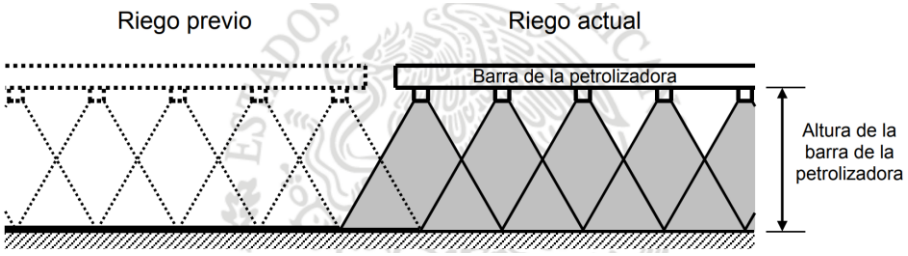


Figura 2. Ejemplificación de la aplicación del material asfáltico

La aplicación del riego de impregnación se realizará en todo el ancho de corona de cada una de las gazas del entronque y en toda su longitud correspondiente, formando una capa de 4 mm en la que no habrá de continuar con los trabajos sino hasta que el material aplicado penetre y el agua haya sido eliminada.

El riego de liga tiene el mismo objeto y el mismo procedimiento de ejecución que el riego de impregnación, sin embargo, la diferencia radica en la emulsión asfáltica empleada, mientras que el riego de impregnación es de rompimiento lento, en el riego de liga es de rompimiento rápido (N-CTR-CAR-1-04-005/15).

2.2.8.12.3 Colocación de carpeta asfáltica

Las carpetas asfálticas proporcionan al usuario del entronque una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura debido a que tienen la función estructural de soportar y transmitir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento, para su colocación se realizará con una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico con aditivos y adiciones en caliente para su tendido y compactación con rodillo (N-CTR-CAR-1-04-006/20).

Posterior a la elaboración de la mezcla asfáltica, deberá ser extendida y conformada con una pavimentadora autopropulsada para obtener una capa de material sin compactar de un espesor uniforme; considerando que el tendido se realiza de forma continua y en capas sucesivas hasta obtener la sección y espesor (12.5 cm) establecido por el diseño del proyecto.

Inmediatamente después del tendido de la mezcla asfáltica, la capa será compactada para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto, tomando en consideración que este proceso se ejecuta longitudinalmente de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, terminando cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual a la mínima conveniente para la compactación y se hayan alcanzado las características deseadas.

Por último, la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente no tiene función estructural puesto que su finalidad principal es permitir que el agua de lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos que transitan en el entronque ocupando los vacíos de la capa de rodadura, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que

se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento (N-CTR-CAR-1-04-010/20).

El procedimiento de ejecución para su colocación es el mismo descrito para la carpeta asfáltica; una vez concluida la compactación de la mezcla, se comprobará que no se haya obstruido el drenaje lateral y se formará un chaflán en las orillas.

2.2.8.13 Reubicación de obra inducida

La modernización del entronque implicará la reubicación de líneas de tendido eléctrico y fibra óptica, por lo que la contratista encargada de la ejecución de la obra y el promovente del proyecto deberán coordinarse con las instituciones de CFE y TELMEX quienes operan dicha infraestructura para llevar a cabo la reubicación de dichas obras inducidas; señalando que su nueva ubicación y el procedimiento para su reinstalación no será responsabilidad de la empresa contratista, sino que deberá ejecutar las operaciones de reubicación de las obras inducidas que señale cada organismo.

2.2.8.14 Habilitación de cabinas auxiliares de cobro

2.2.8.14.1 Construcción de cabinas

Será necesario la construcción de cimentaciones en las gazas 2 y 4 ubicadas en los cuadrantes III y IV del entronque, respectivamente para la edificación de las cabinas; la cimentación para estas estructuras de distribuirá a lo largo de la superficie señalada por el proyecto y se realizará con zapatas corridas de concreto armadas con varillas de refuerzo.

Para la construcción de la cabina se realizarán trabajos de albañilería usando bloques de mampostería tipo tabique, asentados de cabeza con mortero de cemento y en adición a anclajes de refuerzo horizontales de varilla. Se colocará una losa maciza de concreto sobre los muros de carga y reforzada con varilla de acero y bovedilla de poliestireno.

2.2.8.14.2 Instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de sistema de cobro

Una vez que se finalicen las estructuras de las cabinas de cobro, se marcarán y trazarán los espacios para conductos eléctricos, así como la instalación de soportes de fijación de las canalizaciones, garantizando su previa revisión para verificar su integridad para posteriormente llevar a cabo el tendido de los cables a través de las canalizaciones instaladas y conectándolos al respectivo tablero de control, distribución, tomacorrientes, luminares y servicios.

Para las instalaciones hidrosanitarias se requerirá de la excavación de zanjas para colocar las tuberías de inodoros y lavabos, así como otros accesorios para la distribución de agua como válvulas de corte, medidores y conexiones a la red municipal de Medellín de Bravo para posteriormente realizar la instalación de equipos sanitarios como inodoros, lavamanos y otros. La finalidad es contar con una estructura sencilla para el cobro de casetas como se presenta a continuación.



Figura 3. Ejemplificación de las cabinas remotas de cobro

2.2.8.15 Instalación de señalamiento

2.2.8.15.1 Señalamiento horizontal y vertical

El señalamiento en vialidades permite regular el uso del entronque, facilitando a los usuarios su utilización segura y eficiente. El señalamiento horizontal es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento y acotamientos de las gazas con el propósito de delinear sus características geométricas con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos proporcionándoles información. El señalamiento vertical es el conjunto de tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integrados con símbolos y leyendas que tiene el propósito de regular el uso del entronque. (N-PRY-CAR-10-01-001/13).

El señalamiento horizontal contempla marcas en el pavimento que deben ser de color reflejante según su función, por ejemplo, rayas en zonas de transición entre los carriles de tránsito directo de la autopista 150 – D y carretera 180 y el de cambio de velocidad en las entradas y salidas de todas las gazas del entronque como se presenta en la Figura 4; en la imagen se observa una raya continua sencilla en la aproximación de las intersecciones y cuenta con rayas canalizadoras para separar los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a las fajas separadora y deberán estar complementadas con botones reflejantes (N-PRY-CAR-10-01-002/13).

Estos botones son dispositivos que cuentan con un elemento reflejante que permite que al incidir luz en ellos proveniente de faros de vehículos se refleje hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso; estos se colocan adheridos al pavimento, sin perno, mediante un adhesivo de resinas epóxicas de aplicación en frío y secado inmediato que se coloca en la parte inferior del botón para garantizar su permanencia (N-CTR-CAR-1-07-004/02). Por último, se deberá marcar una raya continua en las orillas del carril para delimitar el ancho de los acotamientos.

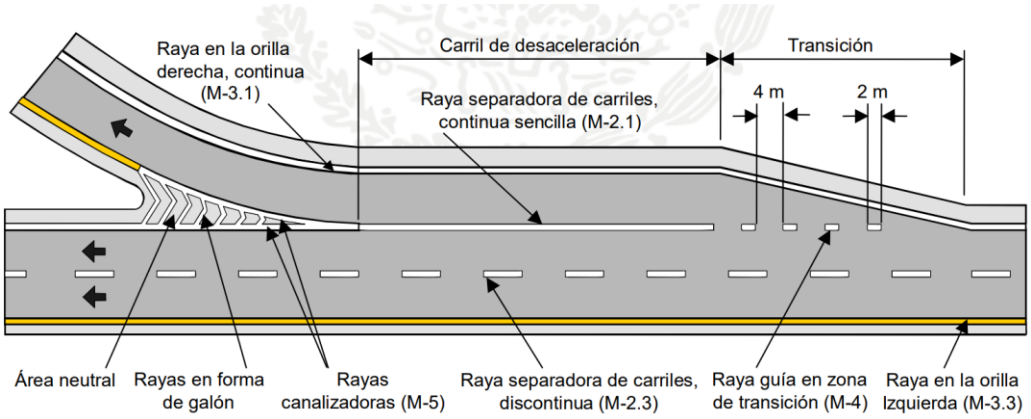


Figura 4. Ejemplificación de rayas en zonas de transición del entronque

Antes de iniciar los trabajos se eliminarán impurezas como arena, polvo o cualquier otro contaminante con compresores de aire, posteriormente se indicará su ubicación mediante un premarcado sobre el pavimento con pintura base agua, marcando puntos de referencia separados entre sí por una distancia no superior a 5 m con la ayuda de equipo topográfico (N-CTR-CAR-1-07-001/23).

Posteriormente la pintura base agua se aplicará en los colores, tipos y espesores establecidos en el diseño del proyecto, en el mismo sentido de circulación del tránsito vehicular. Durante este proceso es importante que la empresa contratista a cargo tome las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, suelos y vegetación del sitio.

Las señales verticales se dividen en preventivas, restrictivas e informativas, las señales preventivas son aquellas que tienen el objetivo de prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial; las señales restrictivas son para regular el tránsito, indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones mientras que las señales informativas tienen el objeto de guiar al usuario e informar ubicaciones y recomendaciones (N-PRY-CAR-10-01-003/13, N-PRY-CAR-10-01-004/13 y N-PRY-CAR-10-01-005/13).

Para su instalación se realizan pequeñas excavaciones para colocar y dejar ahogado el poste de apoyo, por lo que se deberá rellenar con producto de la excavación y concreto hidráulico, de manera que la estructura quede vertical; posteriormente se instalan a estas estructuras los tableros de las señales de forma que queden perpendiculares a la dirección del tránsito (N-CTR-CAR-1-07-005/00).

2.2.8.15.2 Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad permiten mejorar el nivel de seguridad de la vialidad y se clasifican de la siguiente manera (N-PRY-CAR-10-04-001/21):

- Barreras de protección: Son dispositivos que se instalan longitudinalmente en ambos lados del camino para impedir por medio de la contención y redireccionamiento a algún vehículo fuera de control que salga del camino por fallas de conducciones, mecánicas del vehículo, condiciones del camino o condiciones meteorológicas. Estas deben metálicas y semirrígidos y se colocan a orillas del acotamiento de las gazas del entronque.
  Para su instalación se realizarán pequeñas excavaciones para la colocación y anclaje de los postes de soporte que habrán de disponerse de manera vertical y los cuales quedarán ahogados en la excavación para su posterior relleno con concreto hidráulico; posteriormente se fijan los tramos de defensa en sentido contrario al tránsito vehicular de forma que el traslape cubra la fijación de la defensa anterior y alineando las perforaciones de la defensa antes de fijarlas completamente (N-CTR-CAR-1-07-009/00).

- Amortiguadores de impacto: Se instalan antes de un elemento rígido en la intersección entre la entrada a gazas del entronque y el arroyo vial de la autopista o carretera para impedir que un vehículo se impacte con él como se presenta a continuación.

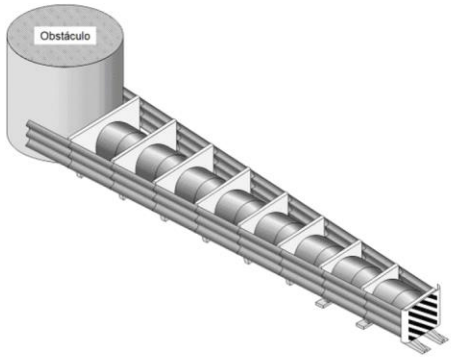


Figura 5. Ejemplificación de amortiguadores de impacto en zonas de transición del entronque

El sistema de iluminación permitirá mejorar la visibilidad de las gazas del entronque para permitir a los usuarios un tránsito seguro y eficiente, por lo cual se deberá de cumplir con criterio particulares para el diseño de la iluminación del entronque (N-PRY-CAR-10-06-004/14):

- Utilizar una altura máxima de montaje de luminarias de 15 m.
- Utilizar luminarias con distribución lateral de luz tipo II en accesos y salidas de un solo carril para producir un área iluminada de forma ovalada, larga y angosta (N-PRY-CAR-10-06-002/14).

2.2.8.16 Limpieza del sitio

Como se menciona anteriormente, el presente proyecto no considera una etapa de desmantelamiento y abandono del sitio debido a la utilidad de la obra, que, con el adecuado programa de mantenimiento y los continuos trabajos de conservación, se podrá seguir haciendo uso del entronque de manera prolongada.

Cuando los trabajos de la obra hayan concluido y se haya deshabilitado la zona, se deberá retirar el señalamiento horizontal, vertical y dispositivos de seguridad colocados de manera provisional, debiendo remover completamente la estructura de soporte de las señales verticales, incluyendo su cimentación, para ello habrá de considerar que no de dañen los elementos del entronque por lo que se realizará con el equipo cuidadosamente seleccionado por la ejecutora de la obra (N-CSV-CAR-4-05-002/02).

Al termino de los trabajos, se desalojará la zona de la obra procediendo con la limpieza del sitio, procurando dejar el sitio en condiciones iguales o mejores a las encontradas al inicio de las operaciones, no dejando ningún material extraño en el suelo para evitar afectaciones en el ambiente; por lo cual el desmantelamiento de las obras provisionales se realizará demoliendo aquellas construcciones que hayan requerido trabajos de albañilería.

2.2.9 Operación y mantenimiento

Una vez en operación, el puente del entronque permitirá una circulación a 90 Km/h, mientras que las gazas del entronque a una velocidad máxima de 40 Km/h; por el tipo de proyecto no se requiere de una cadena de procesos para su operación, sino que solo se identifica el flujo de vehículos de manera cíclica debido a que se encontrará en servicio para los usuarios las 24 horas del día, durante los 365 días del año.

La promovente del entronque será la encargada de llevar a cabo los trabajos de conservación rutinaria y de manera periódica con base al programa de mantenimiento, la cual incluye la limpieza de las obras de drenaje como cunetas, alcantarillas, lavaderos, registros, del señalamiento vertical y horizontal del entronque y de la superficie de rodadura de las gazas y sus acotamientos. La preservación de la superficie de rodadura incluye el sellado de grietas, bacheo superficial, reposición de marcas en el pavimento y dispositivos de protección. A continuación, se presenta una propuesta de programa de mantenimiento preventivo y correctivo del entronque y de sus obras de drenaje, así como de su periodicidad aproximada, sin embargo, las actividades y la programación de estas quedará a responsabilidad de la promovente del entronque (CAPUFE).

Tabla 20. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del entronque Paso del Toro

Actividad	Descripción	Periodicidad
Evaluación de pavimentos	Se requerirá realizar la ejecución de estudios de evaluación del pavimento del entronque, considerando actividades en campo, laboratorio y gabinete para valorar y diagnosticar el estado del pavimento con base en sus características superficiales y estructurales. De manera inicial se recaba información de estudios de evaluación de pavimentos realizados durante la operación de la carretera y reportes de intervenciones para conocer la evolución de los indicadores superficiales y estructurales a través del tiempo para posteriormente efectuar un reconocimiento en campo para corroborar la información recabada y comprobar las características geométricas del camino. La evaluación superficial determina el índice de regularidad interno, macrotextura, coeficiente de fricción, profundidad e inventario de deterioros presentes, mientras que la evaluación estructural contempla la exploración geotécnica para conocer las características de las capas que integran el pavimento y de asegurar que cumpla con los requisitos de calidad establecidos, así como la determinación de deflexiones para detectar zonas de bacheo profundo para determinar la vida remanente y el esfuerzo requerido del pavimento (N-CSV-CAR-1-03-001/24).	Mantenimiento preventivo
Limpieza de obras de drenaje longitudinal	Conjunto de actividades que se realizan para retirar el azolve, vegetación, basura, fragmentos de roca y material que acumule las obras de drenaje para restituir su capacidad y eficiencia hidráulica (N-CSV-CAR-2-01-001/01 y N-CSV-CAR-2-01-005/01). Se instalarán señales y dispositivos de seguridad requeridos para comenzar con la eliminación de azolves y materiales sólidos tales como suelos, fragmentos de roca, basura o residuos vegetales que se encuentren mediante el uso de palas o pepena. Los suelos yo rocas podrán depositarse aguas debajo de la ladera y paralelo a las obras para aportar capacidad y seguridad a la obra. Los fluidos producto de derrames se eliminarán por bombeo o por absorción mediante el uso de arena que será removida con palas una vez se encuentre saturada.	Mantenimiento preventivo antes de temporadas de lluvia o mantenimiento correctivo cuando el azolve ocupe más de 1/3 de su profundidad
Limpieza de señales verticales	Hace alusión al conjunto de actividades que se realizan para retirar el material que se acumule en los elementos de señalamiento para restituir su visibilidad y capacidad de retrorreflexión (N-CSV-CAR-2-05-005/01).	Mantenimiento preventivo anual

	Debe considerarse que los trabajos se realizarán en horarios dentro de los que la afectación al tránsito sea mínima, así como la instalación de señales y dispositivos de seguridad aplicables. Se hará uso de agua y aire a presión, evitando apuntar el agua a las orillas de la película retrorreflejante para evitar du desprendimiento.	
Limpieza de la superficie de rodadura y acotamientos	La limpieza de la superficie de rodadura y acotamientos se realiza sobre el pavimento para eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario (N-CSV-CAR-2-01-001/10). El equipo a utilizar, a selección de la promovente del camino, podrá incluir: • Barredoras mecánicas: Autopropulsadas o remolcadas con escoba rotatoria. • Unidades de agua a presión. • Compresores de aire. Se deberán instalar señales y dispositivos de seguridad antes del comienzo de los trabajos. La barredora o equipo a utilizar eliminará tierra, polvo, basura y objetos sólidos, los que no sean posibles de remover deberán ser retirados mediante pepena y cargados al camión para su disposición. Los fluidos vertidos accidentalmente se eliminarán aplicando arena para su absorción, una vez saturada se removerá mediante paleo; posteriormente se aplicará agua y aire a presión.	Mantenimiento correctivo en caso de derrame de sustancias
Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas	Esta actividad hace referencia a las grietas de hasta 1 cm de abertura manifestadas de forma aislada en la carpeta asfáltica para prevenir la entrada de cuerpos extraños y del agua proveniente de escurrimientos superficiales hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento para evitar la pérdida de resistencia, degradación o deterioro. Se deberán instalar señales y dispositivos de seguridad y la grieta deberá estar limpia, es decir, exenta de materiales sueltos, basura, piedras, grasas, polvo o humedad por lo cual se usarán cepillos y aire comprimido. Los trabajos deberán ser suspendidos al momento en que se presentan situaciones climáticas adversas. La aplicación del producto para sellado se realizará distribuyéndolo en toda la extensión de la grieta utilizando bombas de extrusión y esperar hasta que el material haya fraguado.	Mantenimiento correctivo en caso de ocurrencia
Bacheo superficial y profundo aislado	Se refiere al conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presente daños como quedades, considerado superficial cuando las áreas afectadas tengan una extensión menor a 100 m^2 por cada 7,000 m^2 de pavimento y se consideran como profundo cuando supera dichas dimensiones (N-CSV-CAR-2-02-003/16 y N-CSV-CAR-2-02-004/15).	Mantenimiento correctivo en caso de ocurrencia

	Se deberán instalar señales y dispositivos de seguridad antes de la ejecución de las actividades, posteriormente se efectuará un corte perimetral con una maquina cortadora de disco para conseguir que las paredes de la excavación sean verticales y evitar daños a la carpeta fuera del área afectada. La carpeta dañada se retira usando martillos neumáticos, fresadora o escarificadores para cortar el espesor requerido y permitir la carga del material de corte. Sobre la superficie y en las paredes de la excavación se aplicará un riego asfáltico ligero y uniforme con una emulsión de rompimiento rápido. Se tenderá una mezcla asfáltica en caliente (110°C) y se extenderá en capas sucesivas de las orillas del área dañada hacia el centro para evitar la segregación, hasta que una vez compactadas se obtenga el nivel de la superficie original de la carpeta, remarcando que la compactación se deberá realizar longitudinalmente de las orillas al centro hasta presentar una textura y acabados uniformes.	
Reparación de obras de drenaje transversal	Las actividades encaminadas a la reparación de deterioros como grietas, oquedades, socavaciones y erosión de la superficie de alcantarillas se realizan para restituir las condiciones originales de operación de las obras de drenaje (N-CSV-CAR-3-01-003/02). Los procedimientos de reparación de grietas en zampeados de concreto, reparación de oquedades y socavaciones en el fondo del cauce y reparaciones por fallas de erosión son los mismos a los descritos para obras de drenaje transversal. A esto se le añaden las inyecciones de quedades entre los muros de las alcantarillas mediante inyecciones de contacto y sellado de juntas en alcantarillas de lámina corrugada de acero en que, para impedir filtraciones, las juntas entre tubos se calafatearán con mastique asfáltico o juntas de dilatación.	Mantenimiento correctivo en caso de ocurrencia
Reparación de obras de drenaje longitudinal	Se refiere al conjunto de actividades que se realizan para reparar deterioros como grietas, oquedades, socavaciones, ondulaciones, erosión y otros para restituir las condiciones originales de operación de las obras (N-CSV-CAR-3-01-001/02 y N-CSV-CAR-3-01-005/02). Previo al inicio de la reparación se limpiará la superficie de la obra de drenaje y se instalarán las señales y dispositivos de seguridad pertinentes. La reparación de las grietas comienza por su delimitación y limpieza mediante aire comprimido seco y caliente, posteriormente se aplicará el cemento y se distribuirá en toda la extensión y profundidad de la grieta, finalizando con la adhesión del material de sello. Para la reparación de oquedades o socavaciones sobre la superficie de zampeado se efectuará un corte perimetral de las áreas marcadas con una máquina cortadora de disco para evitar daños al zampeado fuera del área afectada y procede a retirarse mediante el uso de martillos neumáticos o escarificadores. Para su	Mantenimiento correctivo en caso de ocurrencia

	relleno se utilizará cemento con resistencia de compresión simple mínima de 14.7 megapascales y 150 kg/cm^2, colando las losas en forma alternada y con longitud mínima de 1 m y máxima de 2 m. Las reparaciones por fallas de erosión de los zampados se limpiarán las caras de la junta con aire comprimido seco y caliente y se reemplazará el junteo con mortero hasta un ancho de junta de 2 cm. Los trabajos de reparación concluyen cuando la superficie de las obras de drenaje longitudinal presenta textura uniforme y sin rebordes que impidan el libre escurrimiento superficial del agua.	

2.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos y emisiones a la atmósfera

Durante las etapas del proyecto se generarán diversos tipos de residuos, que por su naturaleza se clasificarán como residuos peligrosos (RP), residuos de manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU).

Los RP son aquellos que poseen una característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad o inflamabilidad que les confiere dicha peligrosidad, estos residuos consideran los envases, recipientes, embalajes o suelos que hayan entrado en contacto con la sustancia; los RME son aquellos que no reúnen las características para ser catalogados como los otros residuos o en su defecto que sean producidos en cantidades mayores a las diez toneladas por año (Ton/año); finalmente los RSU son el producto de la eliminación de materiales provenientes de productos de consumo con características domiciliarias, incluyendo los generados en vías públicas.

A continuación, se describen los residuos que debido a las actividades de la obra se generarán durante las diferentes actividades que comprende el proyecto:

- Mano de obra
  1. RSU: El personal que labore en la modernización del entronque generará residuos de naturaleza domiciliaria como desperdicios alimenticios, materiales como vidrio, plástico, unicel, latas de aluminio, papel por la ejecución de sus actividades y otros durante toda la duración de la obra, por lo cual será necesario colocar contenedores en el sitio para la disposición de estos residuos. El ejecutor de la obra deberá gestionar la comunicación con el gobierno municipal de Medellín para la recolección de los RSU o en su defecto deberá contratar los servicios de una empresa particular autorizada.

- Desmonte y despalme
  1. RME: El retiro de la cobertura vegetal en los cuadrantes III y IV del entronque producirá residuos compuestos por materia orgánica que deberán ser considerados como RME y habrán de disponerse en un sitio autorizado por la competencia ambiental del estado. A consideración del contratista se podrá reutilizar el material para promover la dispersión de materia orgánica para nutrición del suelo o elaboración de composta.

- Instalación y retiro de obras provisionales
  1. RME: Durante estas actividades se generarán residuos sólidos como hormigón, madera, metales, cerámica, pedacería de varilla de acero, concreto y otros escombros que deberán ser catalogados como residuos de la construcción, por lo que habrán de disponerse temporalmente en el almacén de materiales y posteriormente ser entregados a empresas autorizadas por el estado para su manejo. Así mismo, debido a la instalación de sanitarios portátiles en el sitio a disposición de los trabajadores, se generarán residuos que deberán

ser manejados por la empresa que se contrate para la renta de los sanitarios portátiles, mismos que deberán ser catalogados como RME.

- Operación de maquinaria
  1. RP: De llevarse a cabo actividades de mantenimiento de vehículos y maquinaria en el taller de mantenimiento en sitio, se generarán residuos sólidos impregnados con grasas y aceites, por lo que habrán de acopiarse temporalmente en el almacén de residuos peligrosos y deberán ser entregados a una empresa autorizada por la federación para su recolección, traslado y manejo.
  2. RME: En caso de llevarse a cabo actividades relacionadas con el cambio de neumáticos de vehículos o maquinaria en el taller de mantenimiento, se deberá hacer entrega de los neumáticos usados a una empresa autorizada por el estado de elección por la contratista.

- Retiro de infraestructura existente
  1. RME: Derivado del retiro de elementos de señalética, de la carpeta actual y de obra inducida, se obtendrán residuos sólidos de concreto, asfalto, metales, cableado y otros materiales que habrán de ser acopiados de manera temporal en el almacén de materiales para su entrega a empresas autorizadas especializadas para su manejo, tratamiento o disposición, o en su defecto habrán de ser transportadas directamente a sitios autorizados para su disposición final, de acuerdo con los requerimientos de la obra y del contratista.

- Sustitución y construcción de obras de drenaje
  1. Como resultado de la construcción de las obras de drenaje y de las obras de drenaje complementarias como lavaderos, bordillos o cunetas se generarán residuos de la construcción clasificados como RME como concreto, pedacería de metales y otros escombros que habrán de ser acopiados temporalmente para su posterior entrega a empresas autorizadas por el estado para su manejo y disposición, dichas empresas quedarán a elección de la contratista.

- Terracerías
  1. RME: Producto de las actividades de excavaciones para obras de drenaje y de la construcción de terraplenes, se obtendrán terracerías que deberán ser inmediatamente transportadas y depositadas en bancos de tiro autorizados. La empresa ejecutora de la obra podrá hacer uso de ellas para las actividades de relleno, nivelación y compactación del terreno cuando sus características sean apropiadas para dichos fines.

- Pavimentación
  1. RP: Ya que se requiere de la colocación de la carpeta asfáltica, se generarán residuos con características tóxicas que deberán ser adecuadamente manejadas por la mano de obra para evitar la contaminación del ambiente. Además, se usarán pinturas para la colocación del señalamiento vertical de las gazas, por lo que se generarán envases de pintura y de solventes que deberán ser entregadas a empresas autorizadas por la federación para su manejo, tratamiento y disposición final.

- Habilitación de cabinas auxiliares de cobro y reubicación de obras inducidas
  1. RME: Debido a las actividades relacionadas a la construcción de las cabinas y de la instalación de los servicios con los que contará se generarán RME como varillas de acero, cableado para instalaciones eléctricas, hormigón, tabiques, concreto, cerámica y otros escombros que deberán ser entregados a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento y disposición final.

- Operación del entronque

1. RSU: Debido al personal que laborará en las cabinas auxiliares de la caseta de cobro, así como de vigilancia de las mismas, aunado a la afluencia de vehículos particulares, de generarán RSU en donde se requerirá del establecimiento de espacios para la correcta disposición de los residuos que deberán ser entregados al servicio de limpia municipal para su manejo y disposición.
2. Aguas residuales: Asociado con las instalaciones hidrosanitarias de las cabinas auxiliares de la caseta de cobro, los trabajadores generarán aguas que deberán ser conectadas al servicio de drenaje municipal.

- Mantenimiento
  1. RME: Originario de las actividades de mantenimiento del entronque, se requerirá a lo largo de su vida útil de la limpieza de las obras de drenaje, de la poda dentro del DDV y del fresado de la carpeta asfáltica para su mantenimiento; por lo tanto, se generarán lodos, residuos de poda y residuos de pavimento que deberán ser entregados a empresas autorizadas para su manejo.
  2. RP: Originario de las actividades de mantenimiento para el cambio de la carpeta asfáltica del eje troncal y de sus gazas, se generarán residuos peligrosos que deberán ser entregados a una empresa a elección de la ejecutora de los trabajos de mantenimiento para su manejo y disposición.

Tabla 21. Matriz de generación de residuos

Etapa	Residuo	Tipo			Manejo
		RSU	RME	RP	
Preparación del sitio	Plástico y unicel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Vidrio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Papel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Latas de aluminio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Restos de alimento	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Terracería		X		Banco de tiro de materiales autorizado
	Residuos desmonte y despalme		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	Residuos hidrosanitarios		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
Construcción	Plástico y unicel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Vidrio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas

	Papel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Latas de aluminio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Restos de alimento	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Terracerías		X		Banco de tiro de materiales autorizado
	Residuos hidrosanitarios		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	EPP gastado		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	Sobrante de madera		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	Sobrante de concreto		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	Sobrante de acero		X		Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por el estado de Veracruz
	Sólidos impregnados			X	Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por la Federación
	Aceite gastado			X	Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por la Federación
	Envases de pintura			X	Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por la Federación
Operación y mantenimiento	Plástico y unicel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Vidrio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Papel	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Latas de aluminio	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas
	Restos de alimento	X			Recolección y manejo por el servicio de limpia municipal o por empresas privadas autorizadas

	Aguas residuales sanitarias		X		Conexión del drenaje municipal
	Envases de pintura			X	Recolección y manejo por el servicio de empresas especializadas y autorizadas por la Federación

Concluyendo este apartado destacando que es de vital importancia que la empresa contratista contemple el ciclo de vida de los productos y materiales que utilizará para el desarrollo de la obra, por lo que a continuación se presenta un listado de las empresas autorizadas para la recolección, transporte, manejo, tratamiento y disposición de los residuos enlistados en la Tabla 21, señalando que será responsabilidad de la contratista la selección de los proveedores de acuerdo con los requisitos de la obra.

Tabla 22. Empresas autorizadas para el manejo de RP, RME y RP aledañas al entronque Paso del Toro (Gobierno de Veracruz, 2025)

Municipio	Nombre	Residuo		Actividad
Boca del Río	Compañía del agua del municipio de Boca del Río	RME	Papel, escoria de metales, vidrio, envases plásticos y residuos electrónicos	Acopio y almacenamiento
Manilo Fabio Altamirano	Asfaltos y Gravas	RME	Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición	Disposición final
Medellín de Bravo	Maderas y Derivados Rivero	RME	Madera	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Corporación y construcciones civiles CYPOR	RME	Papel, escoria de metales y envases plásticos	Acopio y almacenamiento
Veracruz	GUSPEN Servicios	RME	Papel, envases plásticos y aluminio	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Servicios Industriales Fénix	RME	Papel, madera, residuos de la construcción, escoria de metales, vidrio, unicel, aluminio, cerámica y residuos de poda	Acopio, almacenamiento, tratamiento y disposición final
Veracruz	IPEP Enviromental Services	RME	Aguas residuales sanitarias	Acopio, almacenamiento, tratamiento y disposición final
Veracruz	Productos Reciclados del Golfo	RME	Papel, escoria de metales y envases plásticos	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Aceros y metales Becerril	RME	Papel, madera, escoria de metales, envases plásticos, aluminio y residuos electrónicos	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Saniver	RME	Papel, madera, residuos de construcción, mantenimiento y demolición, escoria de metales, vidrio, unicel, aluminio, cerámica y aguas residuales sanitarias	Acopio y almacenamiento

Veracruz	Desechos Industriales CAVA	RME	Papel, madera, escoria de metales y envases plásticos	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Comercializadora Lusaya	RME	Papel, madera, residuos de la construcción, escoria de metales, vidrio, envases plásticos, unicel, aluminio, residuos electrónicos y cerámica	Acopio, almacenamiento y reciclaje
Veracruz	AMSEG Viveros Laelia	RME	Papel, madera, envases plásticos y residuos de la construcción, mantenimiento y demolición	Acopio y almacenamiento
Veracruz	Equipo y Construcciones Jake	RME	Papel, madera, escoria de metales, vidrio, envases plásticos, unicel, residuos electrónicos, cerámica, residuos de construcción, mantenimiento y demolición	Acopio y almacenamiento

En el municipio de Medellín de Bravo y en los municipios colindantes de Manlio Fabio Altamirano, Jamapa, Cotaxtla, Veracruz, Boca del Río, Alvarado y Tlalixcoyan no existen instalaciones ni prestadores de servicios para la recolección, acopio, transporte o disposición final de RP, por lo que la ejecutora de la obra deberá contactar prestadores de servicios de municipios alejados al área del proyecto o de otros estados para el manejo integral de los RP generados durante el desarrollo de la obra. Por otro lado, aunque existe un número considerable de prestadores de servicio para el acopio y almacenamiento de RME, son pocos aquellos los que sean capaces de reciclar, de dar tratamiento o disposición final especialmente a los residuos de mayor cuidado como residuos de la construcción, mantenimiento, demolición, de poda y aguas residuales hidrosanitarias.

2.2.11 Generación de gases de efecto invernadero

Debido a la operación de vehículos y maquinaria para llevar a cabo el desarrollo de la obra, es necesario el consumo de combustibles fósiles para su funcionamiento, lo cual generará emisiones a la atmósfera de los siguientes contaminantes:

- Material particulado: Mezcla compleja de sustancias en estado líquido o sólido como polvos, humos u otros que permanecen suspendidos en la atmósfera durante determinados intervalos de tiempo, las cuales se clasifican como PM10 y PM2.5 de acuerdo con sus características de comportamiento, capacidad de penetración y retención en las vías respiratorias con base en el diámetro aerodinámico de la partícula, es decir, su equivalente a una densidad unitaria de 1 g/cm^3, diferenciándose por contar con un diámetro igual o menor a 10 y 2.5 micrómetros, respectivamente.

- Óxidos de nitrógeno (NO_X): El monóxido de nitrógeno (NO), bióxido de nitrógeno (NO_2) u otros que se forman durante el proceso de combustión tienen afectaciones a la salud debido a que contribuyen a la formación del smog fotoquímico que destruye la capa de ozono y coadyuva a la formación de la lluvia ácida, por lo que es considerado un gas de efecto invernadero (GEI) que permanece en la atmósfera por alrededor de 110 a 168 años (INE, 2005).

- Monóxido de carbono (CO): Es producto de un proceso incompleto de combustión de vehículos y maquinaria debido a que la eficiencia de sus motores nunca puede ser perfecta, por ello se genera uno de los contaminantes más abundantes en la atmosfera, el cual en grandes cantidades puede ser tóxico para el ser humano.

- Dióxido de carbono (CO_2): Es producto de un proceso de combustión interna de motores de vehículos y maquinaria debido al empleo de combustibles fósiles, el cual no es un gas tóxico para el ser humano, sin embargo, es un GEI con afectaciones directos al calentamiento global.

- Metano (CH_4): Es un GEI que permanece en la atmósfera durante 11 años (INE, 2005).

Para determinar la emisión directa de CO_2 equivalente derivado del consumo y oxidación de los combustibles fósiles utilizados para el funcionamiento de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria a utilizar durante las diferentes etapas del proyecto, se emplea la calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones de la SEMARNAT (SEMARNAT, 2025) para cada uno de los combustibles empleados en las actividades que se desarrollarán para el proyecto, por lo cual se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$ECO_2 = VC * PC + FECO_2$$

$$ECO_2 = VC * PC + FECH_2$$

$$ECO_2 = VC * PC + FEN_2O$$

Donde:

ECO_2: Emisiones de dióxido de carbono en toneladas.

ECH_4: Emisiones de metano en Kg.

EN_2O: Emisiones de óxido nitroso en Kg.

VC: Consumo de combustible al año en litros.

F: Factor de emisión por cada tipo de gas en Ton/MJ o Kg/MJ

Los resultados obtenidos de toneladas de dióxido de carbono equivalente por vehículo y maquinaria a emplear durante el desarrollo de la obra se presentan en la siguiente tabla; para esto se toma en cuenta el rendimiento de combustible reportado por los fabricantes de vehículos y maquinaria, la aproximación de horas de trabajo por día durante periodos de tiempo aproximados en meses (20 días hábiles por mes) y el número de unidades ve vehículos, maquinaria y equipo por emplear.

Tabla 23. Emisiones estimadas durante las etapas de la modernización del entronque Paso del Toro

Etapa	Equipo	Cantidad	Tiempo empleado en obra		Horas de trabajo a día	Combustible	Volumen de consumo (L/Hrs)	Emisiones GEI ($TonCO_{2eq}$)
			Meses	Días				
Preparación del sitio	Camioneta pick-up	2	9	180	6	Diésel	1.5	9.30
	Auto sedán	2	9	180	4	Gasolina	1	3.67
	Bulldozer CAT D4 o similar	1	6	120	4	Diésel	2	2.76
	Camión de volteo Kenwoth o similar	2	6	120	6	Diésel	3.5	14.47
	Cargador delantero CAT 980 o similar	1	2	40	4	Diésel	2.5	1.15
	Excavadora tipo oruga CAT 310 o similar	1	2	40	4	Diésel	2.4	1.10
	Retroexcavadora CAT 416E o similar	1	2	40	4	Diésel	2.5	1.15
	Total, CO_{2eq} durante preparación del sitio							*33.60*

Construcción	Camioneta pick-up	2	27	540	6	Diésel	1.5	27.90
	Auto sedán	2	27	540	4	Gasolina	1	11.00
	Bulldozer CAT D4 o similar	1	12	240	6	Diésel	2	8.27
	Camión cisterna Kenworth o similar	1	15	300	4	Diésel	3	10.33
	Camión de volteo Kenwoth o similar	2	27	540	6	Diésel	3.5	65.10
	Cargador delantero CAT 980 o similar	1	6	120	6	Diésel	2.5	5.17
	Compactador de suelos CAT CS56B o similar	1	6	120	5	Diésel	2.4	4.13
	Excavadora tipo oruga CAT 310 o similar	1	6	120	4	Diésel	2.4	3.31
	Retroexcavadora CAT 416E o similar	1	6	120	4	Diésel	2.5	3.44
	Vibroapisonador Wacker BS60 o similar	9	6	120	6	Diésel	0.5	9.30
	Fresadora CAT PM310 o similar	1	3	60	6	Diésel	3	3.10
	Extendedora de asfalto CAT AP355 o similar	1	6	120	6	Diésel	3	6.20
	Grúa Madisa 138HSL o similar	1	6	120	6	Diésel	4	8.27
							Total, CO_{2eq} durante construcción	*165.52*

Operación y mantenimiento	Camioneta pick-up	1	12	240	4	Diésel	1.5	4.13
	Total, CO_{2eq} durante operación y mantenimiento							*4.13*
	Total, CO_{2eq} durante el proyecto							203.25

Los resultados obtenidos corresponden a una aproximación de las emisiones anuales de generación de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) durante las etapas del proyecto para la modernización del entronque Paso del Toro por lo que corresponde al responsable de la ejecución de la obra la responsabilidad de calcular las emisiones generadas durante el desarrollo de la obra, señalando que de acuerdo con el artículo 6° del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones se estipula que el umbral a partir del cual los establecimientos sujetos a presentar información con respecto a sus emisiones será resultante de la suma anual igual o superior a 25,000 toneladas de CO_{2eq}.

2.3 BIBLIOGRAFÍA

Banco de México. (2025). *Portal del mercado cambiario*. Recuperado el 8 de octubre de 2025 de: https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2020). *Identificación de peligro sísmico a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país*. Subdirección de Riesgos Sísmicos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). *Sistema Nacional de Información sobre Riesgos*. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Coordinación Nacional de Protección Civil. Consultado el 19 de agosto de 2025 de: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2015*). Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo.* Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Gobierno del Estado de Veracruz. (2025). *Listado de prestadores de servicios Autorizaciones vigentes de acopio, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, reúso, remanufactura o disposición final de residuos de manejo especial*. Recuperado el 21 de agosto de 2025 de: https://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/listado-de-prestadores-de-servicios/

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Western Governors Association.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2019). *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*. 1° Ed. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Medellín, Veracruz de Ignacio de la Llave.* México

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016). *Carta catastral estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*. Consultado el 20 de agosto de 2025 de: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463604334

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1998). *Información Topográfica a escala 1:50,000 y sus actualizaciones*. Consultado el 8 de agosto de 2025 de: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825638054

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1988). *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz*. México.

Ley Federal del Trabajo. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2025.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2024.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 2014.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2025) Inventario Nacional de Bancos de Materiales. Recuperado el 22 de agosto de 2025 de: http://www.b.materiales.siac.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2025). Registro Nacional de Emisiones RENE. Recuperado el 21 de agosto de 2025 de: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO



Índice

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 4

3.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) 4
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 4
3.1.2 Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021 - 2024 (PNOTDU) 10
3.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC). 11
3.1.5 Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río - Medellín - Alvarado, Ver 27
3.2 ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) 29
3.2.1 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Federal 29
3.2.1.1 Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 29
3.2.2 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Local (Estatal / Municipal) 31
3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 32
3.2.4 Regiones Terrestre Prioritarias 35
3.2.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias 36
3.2.6 Regiones Marinas Prioritarias 37
3.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES. 39
3.3.1 Plan Nacional de Desarrollo. Planeación para el Desarrollo con Enfoque de Agenda 2030 39
3.3.2 Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030 41
3.3.3 Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Reserva Territorial de la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río - Medellín - Alvarado, Veracruz. 43
3.3.4 Plan Municipal de Desarrollo 2022 – 2025 (Medellín de Bravo) 44
3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 45
3.4.1 En metería de contaminación por ruido 45
3.4.1.1 Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 45
3.4.1.2 Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición. 46
3.4.1.3 Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. 47
3.4.2 En materia de emisiones a la atmósfera 48
3.4.2.1 Norma Oficial Mexicana 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. 48
3.4.2.2 Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. 49
3.4.2.3 Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. 50
3.4.2.4 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.... 52
3.4.2.5 Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración

de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. 52
3.4.2.6 Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. 53
3.4.2.7 Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. 53
3.3.3 En materia de residuos 54
3.3.3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 54
3.3.3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que Establece Los Criterios Para Clasificar A Los Residuos De Manejo Especial Y Determinar Cuales Están Sujetos A Plan De Manejo; El Listado De Los Mismos, El Procedimiento Para La Inclusión O Exclusión A Dicho Listado; Así Como Los Elementos Y Procedimientos Para La Formulación De Los Planes De Manejo. 55
3.4.4 En materia de flora y fauna 56
3.4.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 56
3.3.5 En materia de suelo 58
3.3.5.1 Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 58
3.3.6 En materia de agua 62
3.3.6.1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. 62
3.3.6.2 Norma Oficial Mexicana 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. 63
3.3.6.3 Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. 64
3.5 OTROS INSTRUMENTOS 65
3.5.1 Constitución Política y Tratados Internacionales donde México se encuentra adscrito 65
3.5.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 65
3.5.1.2 Tratados Internacionales donde México se encuentra adscrito. 66
3.5.2 Leyes y Reglamentos en Materia Ambiental. 71
3.5.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 71
3.5.2.2 Ley General de Vida Silvestre 73
3.5.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 77
3.5.2.4 Ley de Aguas Nacionales 79
3.5.2.5 Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 83
3.5.2.6 Ley General de Cambio Climático. 89
3.5.2.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 90
3.5.2.8 Ley Federal de Protección del Patrimonio Cultural de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas. 90
3.5.2.9 Código Penal Federal. 91
3.5.3 Planes y Estrategias Nacionales 92
3.5.3.1 Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020 – 2040 92
3.5.3.2 Estrategia Nacional de Cambio Climático. 93
3.5.3.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030. 97
3.5.3.4 Programa Nacional de Restauración Ambiental 2022-2030. 100
3.6 BIBLIOGRAFÍA 103

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

3.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

El instrumento en análisis establece 10 lineamientos ecológicos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional; a continuación, se muestran estos lineamientos ecológicos y su vinculación con el proyecto.

Tabla 1. Lineamientos Ecológicos.

Lineamientos Ecológicos	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	El proyecto consiste en la modernización del entronque desnivel el cual se ubicada desde el km 9+780 de la autopista 150 D tramo Córdoba – Veracruz hasta el km 10+300, en el municipio de Medellín de Bravo en el Estado de Veracruz. La gaza 1 ubicada en el cuadrante 2 se localiza dentro del DDV del entronque, por lo tanto, no se requería la remoción de vegetación forestal, debido a que en la zona predomina **pastizal inducido y vegetación inducida.** Sin embargo, para la construcción de las gazas 2 y 3 se afectará vegetación forestal del tipo **secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie **de 0.74 ha.** Con esta breve descripción, se demuestra que desde el diseño de las gazas 1, 2 y 3, se buscó la manera de aprovechar de manera responsable la superficie que se localiza a los costados del entronque. En complemento a lo anterior, en esta MIA-P se proponen una serie de medidas de mitigación, entre las que destacan:

<table>
<tr><th>Lineamientos Ecológicos</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td></td><td>♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua.
♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto.
♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación.
♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización.
♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
Para mayor información sobre las medidas de mitigación propuesta se recomienda revisar el capítulo 6 de la MIA-P, cabe destacar que estas medias serán ejecutadas por la empresa constructora.
Con lo descrito en los párrafos anteriores, se garantiza la protección y el uso responsable de patrimonio natural de la región.</td></tr>
<tr><td>2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.</td><td>El objetivo de este lineamiento ecológico mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas estancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del PGOET, por lo tanto, NO ES VINCULABLE con el proyecto para la construcción de las gazas 1, 2 y 3.</td></tr>
<tr><td>3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.</td><td>Este lineamiento establece que se debe contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio. Dentro de su alcance y ámbito de competencia de esta MIA-P se establece la siguiente medida de mitigación:
♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de “Prevención de la contaminación del agua”.
♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de “Prevención de la contaminación del suelo”.
♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre.
♦ Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre.
Con esto se garantiza la capacitación, así como la toma de conciencia ambiental para cada uno de los trabajadores en la etapa constructiva.</td></tr>
<tr><td>4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.</td><td>Para el cumplimiento de este lineamiento, existe una responsabilidad compartida entre el PROMOVENTE y la AUTORIDAD EVALUADORA.
En una primera instancia el PROMOVENTE somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental la MIA-P DEL del proyecto, ubicado en el estado de Veracruz ante la DGIRA-SEMARNAT (AUTORIDAD EVALUADORA).
Esta última, de ser el caso podrá solicitar la opinión técnica de otras dependencias a nivel federal, estatal o municipal, para determinar la viabilidad del proyecto y que este garantice la conservación y restauración del capital natural.</td></tr>
<tr><td>5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.</td><td>En el capítulo VI de esta MIA-P se proponen una serie de medidas de mitigación para la protección de la flora y fauna, entre las que destacan:
Vegetación:
♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre.
♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales.
♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años.
♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años.
Fauna:
♦ Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre.
♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie.
♦ Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio.
♦ Estará prohibido la introducción de especies exóticas.
♦ Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio Estas medias deben ser ejecutadas y evaluar su grado de cumplimiento por parte de la empresa constructora,</td></tr>
<tr><td>6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.</td><td>De acuerdo con los muestreos de fauna en el área del entronque se obtuvieron los siguientes resultados:
Diversidad y riqueza en el componente fauna
<table>
<tr><th rowspan="2">Clase</th><th colspan="2">Diversidad calculada</th><th colspan="2">Riqueza</th></tr>
<tr><th>H’</th><th>Clasificación</th><th>DMg</th><th>Interpretación</th></tr>
<tr><td>Reptilia</td><td>1.18</td><td>Muy baja</td><td>1.26</td><td>Baja</td></tr>
<tr><td>Aves</td><td>3.07</td><td>Moderada</td><td>6.07</td><td>Alta</td></tr>
<tr><td>Mammalia</td><td>0.67</td><td>Muy baja</td><td>0.62</td><td>Baja</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Lineamientos Ecológicos	Vinculación
	De acuerdo a los resultados obtenidos se identifica una baja diversidad y riqueza en la clase reptilia y mammalia, por su parte para las aves se identificó una diversidad moderada y una riqueza alta. Estos resultados muestran que en la zona ha sido impactada lo que ha provocado que la fauna sea desplazada a otros sitios. Por su parte, se removerá vegetación de tipo **secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha,** para la construcción de las gazas 2 y 3**,** por su parte para la gaza 1 **se afectará pastizal inducido y vegetación inducida.** En el capítulo VI de esta MIA-P se proponen una serie de medidas de mitigación para la protección de la biodiversidad, entre las que destacan: **Vegetación:** ♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. **Fauna:** ♦ Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie. ♦ Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio. ♦ Estará prohibido la introducción de especies exóticas. ♦ Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio Estas medias deben ser ejecutadas y evaluar su grado de cumplimiento por parte de la empresa constructora, Estas medias deben ser ejecutadas y evaluar su grado de cumplimiento por parte de la empresa constructora,
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	Este lineamiento busca brindar información actualizada y confiable para la toma decisiones en la toma de decisiones en la instrumentación de ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial, mismo que no es vinculable con el proyecto.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico	El proyecto no es vinculante con la naturaleza que establece el lineamiento en análisis, debido a que este último busca fomentar la coordinación intersectorial para fortalecer el sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	El proyecto no promueve la incorporación de áreas prioritarias para la conservación al SINAP.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	Para reducir las tendencias de degradación ambiental, el proyecto fue diseñado para ocupar en la manera de los posible la superficie del DDV del entronque Paso del Toro, esto se logró en la gaza 1, sin embargo, para la gaza 2 y 3 se requerirá la remoción de **0.74 ha** de remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** Para reducir los impactos ocasionados por la remoción de la vegetación **forestal**, se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia Con estas medidas se busca compensar la degradación ambiental tanto de la zona, como los ocurridos por la construcción de estas gazas.

Por la ubicación geográfica del proyecto se localiza en la **UAB 75** denominada **Llanura Costera Veracruzana Norte.** A continuación, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a estas UAB.

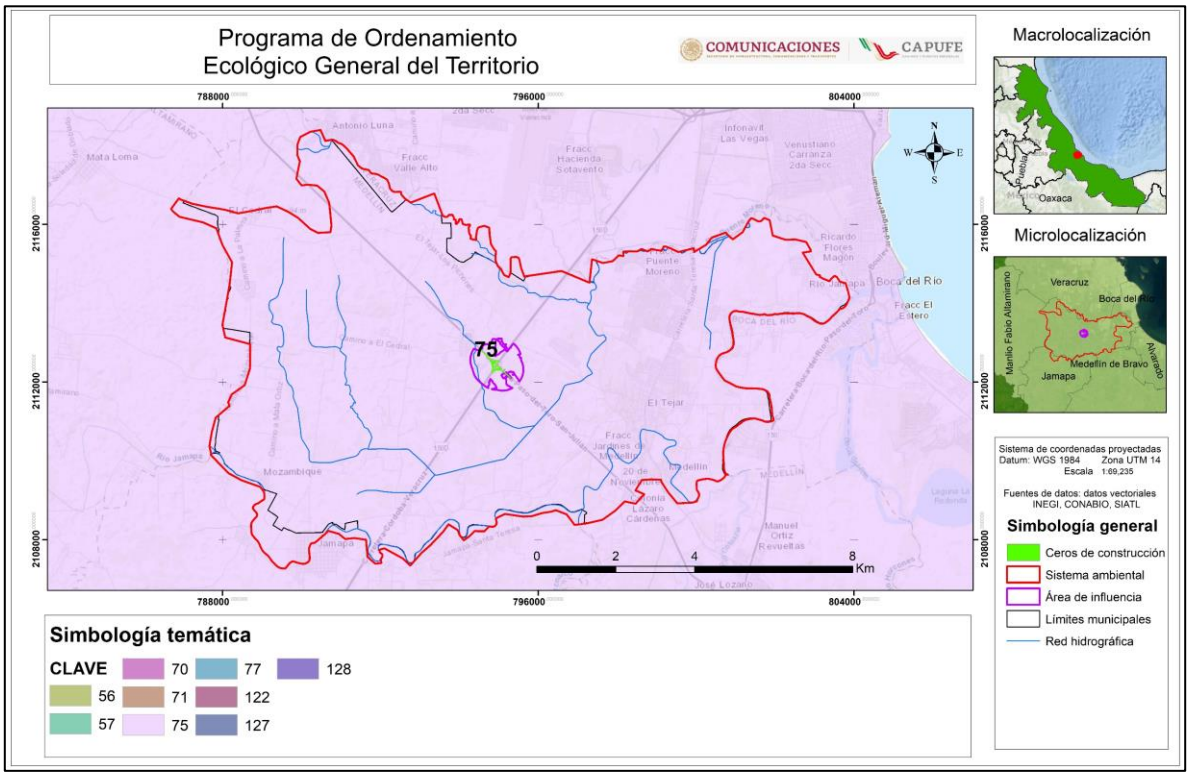


Figura 1. Ubicación del proyecto con respecto a la UAB 75.

En la Tabla 2 se muestran las características de la **UAB 75 Llanura Costera Veracruzana Norte.**

Tabla 2. Características de la UAB 75.

UAB	Rectores de desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
75	Forestal	Agricultura - Ganadería - Turismo	Minería - Poblacional	PEMEX	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 3435, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, se muestra la vinculación de cada una de las estrategias aplicables.

Tabla 3. Vinculación con las estrategias.

Inciso	Estrategia	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no tiene como objetivo el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, así como suelos agrícolas y pecuarios. Por lo tanto, **no es vinculable.**
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Esta estrategia promueve la modernización de la infraestructura hidroagrícola, así como tecnificar las superficies agrícolas; por lo tanto, **no es vinculable** con el proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	La estrategia busca promover el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, sin embargo, el proyecto tiene como objetivo llevar a cabo la construcción de las gazas 1, 2, 3 por lo tanto, **no es vinculable.**
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto se alinea con esta estrategia al reconocer y preservar los beneficios ecosistémicos presentes en el área donde se desarrolla el proyecto, como es la regulación hídrica, captura de CO_2, entre otros. Por lo tanto, se implementará una serie de medidas de mitigación mismas que se describen a continuación: ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto.

Inciso	Estrategia	Vinculación
		♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra. Estas medidas deberán ser implementadas y supervisadas por parte de la constructora.
C) Protección de los Recursos Naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Desde la etapa de diseño del proyecto se priorizó la protección de los ecosistemas presentes en el área de influencia, considerando que la gaza 1 se ubica en su totalidad dentro del derecho de vía (DDV) existente. En el caso de la construcción de las gazas 2 y 3, será necesario ocupar superficies ubicadas fuera del DDV, donde se presenta **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**. Por ello, será indispensable realizar la remoción de **0.74 ha** de esta cobertura vegetal. Con el fin de reducir los impactos derivados de dicha remoción, se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ La implementación y supervisión de estas medidas será responsabilidad de la empresa constructora, garantizando su cumplimiento durante todas las etapas del proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no contempla el uso de agroquímicos y biofertilizantes, por lo tanto, **no es vinculable** con esta estrategia.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Como parte de la Modernización del Entronque Paso del Toro, se contempla la construcción de tres gazas. La gaza 1 se localizada en su totalidad dentro del DDV existente, en el caso de las gazas 2 y 3, será necesario ocupar superficies fuera del DDV, donde se localiza **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**, la cual es considerada como **FORESTAL.** Por lo tanto, para mitigar los impactos generados por la remoción de la vegetación forestal se proponen las siguientes medidas: ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia. ♦ Estará prohibido la introducción de especies exóticas. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra. Estas medidas deberán ser implementadas y supervisadas por parte de la constructora.
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.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto debido a que este último no promueve las actividades mineras.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto debido a que no se encuentra dentro del sector de hidrocarburos.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Estas estrategias **no son vinculables** con el proyecto, debido a que este último no se encuentra dentro del sector turístico.

Inciso	Estrategia	Vinculación
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Dentro de la administración pública federal la entidad que se encarga de la Gestión del Agua es la CONAGUA, misma que debe consolidar y posicionar la calidad del agua como recurso estratégico y de seguridad nacional.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido que no busca la aplicación de recursos públicos para el desarrollo de oportunidades y el acceso de servicios a comunidades rurales y con esto disminuya la pobreza.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Esta estrategia **nos es vinculable**, debido a que no busca la integración la integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no implementara acciones para la mejora de la seguridad social de la región.
	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 **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no busca la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no busca la integración de mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico – productivo.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no fomenta el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condiciones de pobreza.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no fomenta la atención de las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no busca dar acceso a instancias de protección social a personas en situaciones de la vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Para la construcción de las **gazas 2 y 3**, será necesario **adquirir DDV**. Por lo tanto, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para la adquisición de los predios requeridos. Cabe señalar que dichos predios no se localizan en zonas rurales.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no promueve la integración, modernización y mejoramiento del catastro rural.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Esta estrategia **no es vinculable** con el proyecto, debido a que no busca impulsar el ordenamiento

Finalmente, con lo descrito anteriormente se demuestra que el proyecto se vincula de manera integral con los lineamientos ecológicos y estrategias establecidas para la UAB 75 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

3.1.2 Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021 - 2024 (PNOTDU)[1]

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024, es un programa especial que se deriva del sistema nacional de planeación democrática y en particular del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Asimismo, es importante mencionar que en la publicación del Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 2 de junio de 2021, se menciona en la sección 1 "Fundamento normativo de elaboración del programa" lo siguiente:

[…]el presente instrumento tiene vinculación de manera enunciativa mas no limitativa con: el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Programa Nacional de Vivienda, Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial y demás planes o programas relacionados con el ordenamiento del territorio. (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2021:2).

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021-2024 plantea los siguientes objetivos:

I. **Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.**
II. **Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas**.
III. Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos.
IV. Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales y, de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en el territorio, con pertinencia cultural.
V. Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada.
VI. Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes.

Tabla 4. Vinculación con el PNOTDU.

Objetivos	Vinculación
Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.	Desde el diseño técnico para llevar a cabo la modernización del entronque, se buscó aprovechar de la mejor manera el territorio de la zona, en este sentido, la gaza 1 se localiza en su totalidad dentro del DDV por lo tanto su construcción no requerirá de la remoción de vegetación forestal. En cambio, para la construcción de la gaza 2 y 3, será necesario la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**, que es considerada como forestal, esta remoción corresponde a la siguiente superficie de **0.74 ha**. Sin embargo, para reducir los impactos generados por la remoción de la vegetación forestal se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia Estas medias deben ser ejecutada y evaluadas por parte de la empresa constructora encargada de ejecutar la obra.
Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas.	Con el proyecto se dota a la región de infraestructura vial, que garantiza el desplazamiento seguro y eficiente por parte de los automovilistas, así como el intercambio de mercancías en la región, lo que da como resultado una mayor integración entre las comunidades rurales y zona metropolitana.

Con lo descrito en la Tabla 4 se muestra la manera en que el proyecto se vincula de manera positiva con cada uno de los objetivos establecidos en el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021 - 2024.

[1] El día 23 de Abril de 2025 SEDATU inicia la elaboración del Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2025-2030; Se abrió una consulta pública digital que estará vigente hasta el 13 de junio para que la ciudadanía aporte sus propuestas e ideas: https://www.gob.mx/sedatu/prensa/sedatu-inicia-la-elaboracion-del-programa-nacional-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-urbano-2025-2030?idiom=es; por lo tanto, a la fecha de ingreso de la MIA-R, aun se vincula con el PNOTDU 2021-2024.

3.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).

El POEMyRGMyMC, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales

Por la ubicación del proyecto este se localiza en la **UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL NO. 43** denominada **MEDELLÍN**.

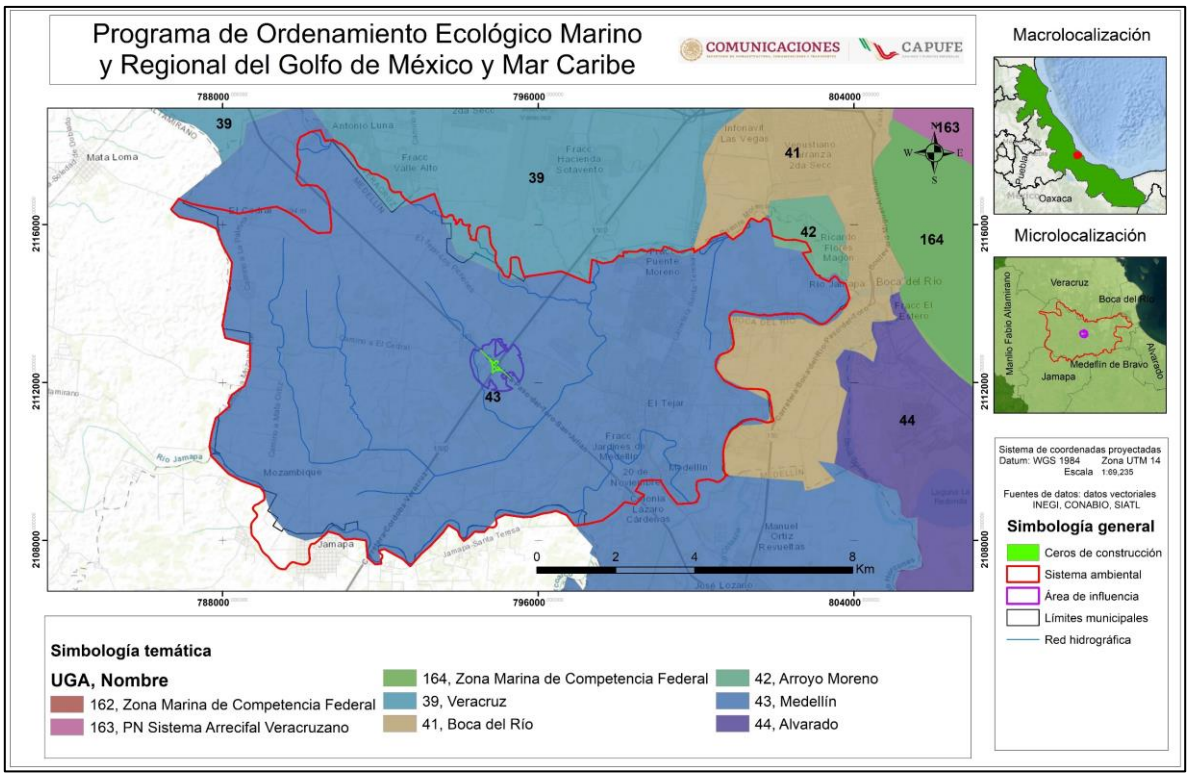


Figura 2. Ubicación del proyecto con respecto a la UGA 43.

En la Tabla 5 se muestran los lineamientos ecológicos aplicables a la UGA 43.

Tabla 5. Lineamientos ecológicos aplicables

Lineamiento ecológico	Vinculación
1. ASO[2] con actividades humanas sustentables que no actúan sinérgicamente con los principales factores de CCG[3] (Temperatura y Precipitación) que no alteran la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. **2.** Alta calidad del aire en el ASO.	Para desarrollar las actividades de construcción del proyecto, es necesario el uso de combustibles fósiles, así como maquinaria y equipo que generaran emisiones de GEI. Para contrarrestar los impactos ocasionados por las emisiones de GEI, se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Queda prohibido la realización de fogatas, así como la quema de leña y neumáticos en el área. ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta. ♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. Con estas acciones se prevé que la alteración a la calidad del aire se mínima por parte del proyecto, cabe mencionar que en la zona se desarrollan actividades productivas que generan un alto grado de contaminación.
3. Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Para el desarrollo del proyecto se requerirá de combustibles fósiles para el uso de la maquinaria y equipo, por lo tanto, se hará uso eficiente de estos para no tener una alta demanda energética en la región.
4. Mantenimiento de playas y condiciones adecuadas para la anidación de tortuga marina.	Este lineamiento ecológico **no es vinculable** con el desarrollo del proyecto debido a que este último no se encuentra dentó dentro de playas.
5. ASO con baja marginación y alto nivel de bienestar humano	Este lineamiento ecológico **no es vinculable** con el desarrollo del proyecto.
6. Formulación e implementación de planes y programas de planeación territorial, como POET, POEL, PDU y PPDU para todo el ASO, incluyendo estrategias de evaluación y seguimiento de los mismos.	Este lineamiento ecológico **no es vinculable** con el desarrollo del proyecto.
7. 100% de residuos líquidos industriales con tratamiento y disposición adecuado.	De acuerdo a las actividades a desarrollar en la etapa constructiva se espera la generación **aceites lubricantes** producto del uso de maquinaria y equipo. Para ello, se identificarán los puntos de generación, se almacenarán en contenedores debidamente rotulados y se dispondrán temporalmente en un almacén. Posteriormente, serán entregados a una empresa autorizada para su recolección y almacenamiento. Bajo la responsabilidad y criterio de dicha empresa, estos residuos podrán ser valorizados y utilizados como combustibles alternos. Paralelamente, se llevará un control riguroso de los residuos mediante una bitácora de almacenamiento, así como a través de los manifiestos de entrega-recepción. Finalmente, para evitar emergencias ambientales por el derrame de este tipo de residuos, se instarán kits antiderrames de sustancias químicas.
8. 100% de residuos biológico-infecciosos con adecuada captación, manejo y disposición final en el ASO.	No se prevé la generación de residuos biológicos – infecciosos.
9. 100% de residuos líquidos municipales con tratamiento y disposición adecuado	Los residuos municipales serán gestionados de manera integral. Para ello, se identificarán los puntos de generación, se almacenará en contenedores debidamente rotulados, para posteriormente ser entregado al sistema de recolección municipal de Medellín, de acuerdo con la información del Gobierno el Estado de Veracruz, los residuos generados de este municipio son dispuesto en el Relleno Sanitario de El Guayabo, el cual también recibe desechos de otros municipios cercanos, asegurando un tratamiento adecuado de los mismos.
10. Descargas de agua emitida por las plantas de tratamiento con tratamiento terciario o con calidad adecuada para el mantenimiento de la vida silvestre y el equilibrio ecológico de acuerdo a la normatividad vigente.	Para el desarrollo del proyecto se requerirá agua, esta se ocupará para la elaboración de concreto (en caso que se requiera), riesgo de superficies entro otras actividades, por lo que no se generan descargas de aguas residuales. En complemento a lo anterior, se instalarán sanitarios portátiles, mismos que serán retados a proveedores autorizados; estos serán los encargados de la recolección de las aguas negras y/o residuales que se generen por su uso.
11. Capacidad para la captación, manejo y disposición final del 100% de residuos sólidos en el ASO.	**No vinculable con el proyecto.**
12. Minimizar los problemas de inundación y azolvamiento en la cuenca.	Se contempla la construcción y/o ampliación de obras de drenaje con el objetivo de prevenir los encharcamientos de agua en la zona. **Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante II.** Tipo de obra actual: Cajón de concreto Dimensiones actuales: 2.5 x 1 x 14.25 m Acción: Ampliación Tipo de obra proyectada: Cajón de concreto Dimensiones proyectadas: 2.5 x 1 x 23.95 m Gasto (m^3/s): 3.43

[2] Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico
[3] Cambio Climático Global

<table>
<tr><th>Lineamiento ecológico</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 23.97 m</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.06 m</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 46.27</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 52.27 m</td><td>3.96</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante III
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.05 m</td><td>0.23</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.82 m</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 19.46 m</td><td>4.34</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante IV
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 20.75 m</td><td>4.34</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 51.42 m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 54.24 m</td><td>0.77</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.5 x 25.74 m</td><td>5.46</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.5 m</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 13.42 m</td><td>0.12</td></tr>
</table>
Con esto se evitarán problemas de inundación o en su caso encharcamientos de agua en la carpeta asfáltica.
</td></tr>
<tr><td>13. Aprovechamiento sustentable de la cuenca conforme a la disponibilidad hídrica del acuífero</td><td>El agua que se requería para las diferentes actividades que integran el proyecto, serán adquiridos de proveedores autorizados por las autoridades competentes.</td></tr>
<tr><td>14. Ausencia de infraestructura que modifique el perfil costero o los patrones de circulación y arrastre de materiales de las corrientes alineadas a la costa.</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto, debido a que no se ubica en la zona costera.</td></tr>
<tr><td>15. Emisiones de productos contaminantes del suelo por actividades industriales en el ASO controladas.</td><td>Para evitar la contaminación del suelo por las actividades del proyecto, se proponen las siguientes medidas de mitigación:
♦ Gestión Integral de los Residuos (RP. RME y RSU)
♦ Colocación de pallet antiderrames en contendedores de sustancias químicas.
♦ Kits antiderrames de sustancias químicas.
Estas medidas deberán ser ejecutadas y evaluadas por la constructora.</td></tr>
<tr><td>16. Baja vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos.</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>17. Ubicación de usos del suelo industrial en los Planes de Desarrollo Urbano en zonas en donde se evite el deterioro ambiental.</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>18. Patrón ordenado de ocupación del territorio en el ASO.</td><td>Para la ejecución del proyecto, se requerirá llevar a cabo la construcción de la gaza 1, 2 y 3.
En el caso de la gaza 1 se ubicará dentro del DDV, sin embargo, para la gaza 2 y 3 se requerirá adquirir superficie fuera del DDV.
Sin embargo, esta acción no compromete la ocupación del territorio de la zona.</td></tr>
<tr><td>19. Ecosistemas íntegros y poblaciones con bajo riesgo ante fenómenos naturales en el ASO.</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto</td></tr>
<tr><td>20. Mínimo conflicto y presión de las actividades turísticas con el resto de las actividades productivas de la región, ecosistemas, bienes y servicios ambientales</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>21. Estados saludables de las poblaciones de especies sujetas a algún tipo de explotación.</td><td>El lineamiento no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>22. ASO con cobertura vegetal conservada y con la mayor distribución posible.</td><td>El entronque se ubica en un área ya perturbada por las actividades antropogénicas, como la construcción de estaciones de servicio, concreteras, áreas de estacionamientos etc. La vegetación que se localiza en el sitio se encuentra en un estado secundario de conservación, por lo tanto, no es un área que esté en condiciones óptimas.
Para la construcción de la gaza 2 y 3 se requería la remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 0.74 ha.</td></tr>
</table>

Lineamiento ecológico	Vinculación
	Para compensar los impactos generados por la remoción de la vegetación se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia. ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra. Estas medias serán ejecutadas y supervisadas por la constructora.
23. ASO con conectividad de los ecosistemas costeros	El lineamiento **no es vinculable** con el proyecto.
24. ASO con sistemas saludables de duna costera y ecosistemas asociados.	El lineamiento **no es vinculable** con el proyecto.
25. Bajo o nulo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el ASO.	La zona en la que se ubica el proyecto, ha sido alterada por la diferente actividad económicas, por ejemplo, a 140 metros de la gaza 3 se localiza a una planta concretera, a 300 metros de la gaza 2 se encuentra una estación de carburación, sin mencionar que a 4.5 km de la gaza 1 se localiza el aeropuerto de Internacional de Veracruz. De acuerdo con los muestreos de fauna en el área del entronque se obtuvieron los siguientes resultados: **Diversidad y riqueza en el componente fauna** Clase / Diversidad calculada (H' / Clasificación) / Riqueza (DMg / Interpretación) Reptilia: 1.18 / Muy baja / 1.26 / Baja Aves: 3.07 / Moderada / 6.07 / Alta Mammalia: 0.67 / Muy baja / 0.62 / Baja Los valores obtenidos son **muy baja** diversidad en la clase reptilia y mammalia, asi como **moderada** para las aves. Por parte, de acuerdo a la riqueza se obtuvieron valores baja para la clase reptilia y mammalia; para las aves se obtuvo una riqueza alta.
26. Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Se establecerán las siguientes medidas para garantizar un bajo consumo de combustible: ♦ Uso de maquinaria y equipo en buen estado. ♦ Realizar mantenimiento preventivo y correctivo para reducir vibración y ruido innecesarios. ♦ En la medida de los posible y en caso de aplicar la constructora deberá instalar silenciadores y sistemas de amortiguamiento en motores y escapes.

A la UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en la Tabla 6 además de las Acciones Específicas en la Tabla 7.

Tabla 6. Vinculación con las Acciones Generales

Acciones	Vinculación
G001. Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El agua requerida para cada una de las actividades del proyecto será adquirida a proveedores que cuenten con los títulos necesario para la explotación y aprovechamiento de este recurso.
G002. Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Se adquirirá agua de manera licita para el desarrollo de cada una de las actividades, para evidenciar esta acción se resguardarán los comprobantes de la adquisición.
G003. Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.
G004. Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)	La extracción de fauna y flora no es una actividad propia del proyecto, debido a que se enfoca a la construcción de las gazas, sin embargo, como una actividad propia para la elaboración del estudio de impacto ambiental, se realizó un muestreo de la fauna y flora para determinar las especies sujetas en el sitio del proyecto. Los resultados fueron los siguientes **Fauna (Localizadas en el área de influencia)**: **Listado de fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010** Orden / Familia / Nombre científico / Nombre común / Residencia (Aves) / Distribución / Grado de endemismo / NOM-059-SEMARNAT-2010 CLASE REPTILIA **Squamata** / Iguanidae / *Ctenosaura acanthura* / Iguana de Cola Espinosa del Golfo / / Nativa / - / Pr **Squamata** / Iguanidae / *Iguana iguana* / Iguana Verde / / Nativa / - / Pr

Acciones	Vinculación							
	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		Nativa	-	SC
	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano		Nativa	Endémica	SC
	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata		Nativa	-	A
				CLASE AVES				
	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-invasora	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	R	Nativa	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R, MI	Nativa	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC
	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC
	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC
	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC
	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC
	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC
	Picformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC
	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgris	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC
	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC
				CLASE MAMMALIA				
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC
	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC
	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC

<table>
<tr><th>Acciones</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td></td><td>Vegetación (localizado en el área del proyecto):
Listado de vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<table>
<tr><th>Clase</th><th>Familia</th><th>Género-especie</th><th>Nombre común</th><th>Forma biológica</th><th>Origen</th><th>Estatus NOM</th></tr>
<tr><td>Magnoliopsida</td><td>Meliaceae</td><td>Cedrela odorata</td><td>Cedro</td><td>Árbol</td><td>Nativa</td><td>Sujeta a protección especial (Pr)</td></tr>
</table>
Durante los trabajos de construcción de las gazas se impartirán pláticas sobre la protección de la flora silvestre y fauna silvestre, en el que se les notificara que tienen prohibido la extracción de la flora y fauna silvestres; asi como las penas establecidas en el Código Penal Federal en especial los delitos a la biodiversidad.</td></tr>
<tr><td>G005. Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</td><td>Esta acción no es vinculable con la naturaleza del proyecto debido a que no busca establecer un banco de germoplasma para fines comerciales. Sin embargo, dentro de las acciones orientadas para la conservación de la diversidad biológica, se propone la recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
Por lo tanto, se deberá realizar la colecta de germoplasma de especies nativas, dentro de las superficies forestales con vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia previo a la etapa de preparación del sitio.
Una vez colectadas las semillas se realizará la limpieza y separación de semillas viables en el sitio de almacenamiento temporal, mediante una prueba de flotación en agua.
Finalmente, se dispersarán a inicios de la temporada de lluvias, en los sitios propuestos para la reforestación, mediante la técnica de dispersión al voleo, con la finalidad de acelerar y promover aún más, la recuperación natural de la cobertura vegetal y a la vez de los ecosistemas.
Para mayor detalle de la ejecución de esta medida se recomienda revisar el capítulo 6 de la MIA-P.</td></tr>
<tr><td>G006. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.</td><td>Durante el desarrollo del proyecto, se utilizará maquinaria y equipo que usa como fuente de energía combustibles fósiles, estos generan emisiones, por lo tanto, se proponen las siguientes medidas:
Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta.
Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento.
Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel).
Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes.
Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT).
Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.</td></tr>
<tr><td>G007. Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G008. El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G009. Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.</td><td>El proyecto ejecutivo para la construcción de las gazas fue elaborado por un grupo multidisciplinario de expertos, en que evaluaron las condiciones del sito para establecer un diseño amigable con el medio ambiente.
Los trabajos de construcción se realizarán por etapas y actividades debidamente planificadas, contando con los estudios y permisos pertinentes.
Así mismo, se planteó en la medida de lo posible aprovechar la medida de lo posible la superficie del DDV existente, teniendo como resultado que la gaza 1 se localiza en su totalidad.
En cambio, para la gaza 2 y 3 se requerirá utilizar superficie fuera del DDV, por lo que será afecta una superficie de 0.74 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia
Por la operación de la autopista 150 D y la cartera federal la fauna se ha desplazado a otros sitios, de tal modo que en la zona del proyecto los registros de la fauna fueron mínimos.</td></tr>
<tr><td>G010. Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G011. Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto</td></tr>
<tr><td>G012. Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto</td></tr>
</table>

Acciones	Vinculación
en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	
G013. Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto
G014. Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto no incide ni afecta ríos, la corriente más cercana corresponde a una corriente intermitente de orden 1, ubicada a una distancia de 614 metros, la cual no se verá afatada por el proyecto, por lo tanto, no se proponen actividades de reforestación en márgenes de río, por no considerarse una medida pertinente para este proyecto. Sin embargo, dentro de las medidas de mitigación se propone la reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia. Para mayor información en que consiste esta medida revisar el capítulo 6 de esta MIA-P.
G015. Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Por la naturaleza de la estrategia **no es vinculable** con el proyecto.
G016. Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	Por la ubicación del proyecto no se localiza cerca de montañas, sin embargo, se llevará a cabo la reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. Para mayor información de esta medida se recomienda consultar el capítulo VI de la MIA-P
G017. Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%	Por la naturaleza de la estrategia **no es vinculable** con el proyecto.
G018. Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Por la ubicación del Proyecto no se localiza sobre ríos o cuerpos de agua perenes, así como intermitentes. Las obras de drenaje a construir en las gazas son de alivio para evitar los encharcamientos de agua.
G019. Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
G020. Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no incide ni afecta ríos, la corriente más cercana corresponde a una corriente intermitente de orden 1, ubicada a una distancia de 614 metros, la cual no se verá afatada por el proyecto, por lo tanto, no se proponen actividades de reforestación en márgenes de río, por no considerarse una medida pertinente para este proyecto. Asimismo, se aclara que el proyecto no se encuentra en una zona inundable, por lo tanto, esta acción no es vinculable con el proyecto.
G021. Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.
G022. Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G023. Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto
G024. Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Dentro de las medidas propuestas se encuentra la reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia para mayor información de esta medida se recomienda revisar el capítulo VI de esta MIA-P.
G026. Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	La conectividad de la fauna en la zona ya se encuentra afectada por la operación de la carretera 150 D y 180, así como por las zonas urbanas, el cambio constante de usos de suelo, actividades comerciales y caminos, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no potencializará dicho impacto.
G027. Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.
G028. Promover el uso de energías renovables.	Por la naturaleza de la estrategia no es vinculable con el proyecto.

Acciones	Vinculación
G029. Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	Durante el desarrollo del proyecto la constructora establecerá un programa de mantenimiento para la maquinaria y equipo a utilizar para eficiente el consumo de combustible y lograr su uso sostenible. Este programa incluirá revisiones periódicas preventivas y correctivas, lubricación adecuada, limpieza de filtros, calibración de sistemas, control de emisiones y registro de consumos operativos. Asimismo, se implementarán protocolos de inspección diaria antes y después de cada jornada de trabajo, capacitación del personal operador en buenas prácticas de operación, y un sistema de seguimiento para detectar y corregir fallas oportunamente, garantizando así la eficiencia energética y la prolongación de la vida útil de los equipos.
G030. Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031. Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
G032. Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G033. Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias**.**	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G034. Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G035. Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G036. Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G037. Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G038. Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G039. Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G040. Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G041. Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G042. Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G043. LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.

Acciones	Vinculación
G044. Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G045. Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G046. Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto se vincula de manera positiva con esta acción, debido a que se construye infraestructura carretera para agilizar el tránsito vehicular en la zona.
G047. Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G048. Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G049. Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G050. Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G051. Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el desarrollo del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, estos serán gestionados de manera integral, es decir; se identificará su punto se generación para posteriormente ser segregados en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser recolectado por el servicio de limpia municipal. En complemento a lo anterior, se desarrollarán pláticas sobre la importancia de la gestión de los residuos sólidos urbanos y así evitar contaminación pro su mal manejo.
G052. Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G053. Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G054. Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable** con el proyecto.
G055. La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicable	El proyecto consiste en la construcción de tres gazas de incorporación y desincorporación en el entronque, el cual se ubicada en la autopista 150 D tramo Córdoba – Veracruz. La gaza 1 de localiza dentro del DDV del entronque, por lo tanto, no se requería la remoción de vegetación forestal, debido a que en la zona predomina **pastizal inducido y vegetación inducida** Sin embargo, las gazas 2 y 3 salen del DDV por lo que se verá afectada vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de **0.74 ha**. Por lo tanto, será necesario solicitar el cambio de uso de suelo ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, cumpliendo los plazos e y requisitos establecidos.
G056. Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.
G057. Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.
G058. La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos generados en cada una de las actividades del proyecto deberán ser gestionados de manera integral, es decir, desde su punto de generación, segregación primaria y/o secundaria, así como su disipación final

<table>
<tr><th>Acciones</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>G059. El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente</td><td>El proyecto se localiza dentro del Área de Influencia del Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, sin embargo, esta no representa restricciones para el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>G060. Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G061. La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G062. Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G063. Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>G064. La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.</td><td>El proyecto no intercede ni afecta hidrología superficial, las más cercana se ubica a una distancia de 641 m.
Por su parte, los trabajos de construcción de las tres gazas no implican modificaciones a los flujos subterráneos.
Adicionalmente, se realizará la situación de obras de drenaje menor (alivio), con el objetivo de evitar los encharcamientos de agua.
Las obras de drenaje que contempla el proyecto son las siguientes:
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante II.
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 14.25 m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 23.95 m</td><td>3.43</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 23.97 m</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.06 m</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 46.27</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 52.27 m</td><td>3.96</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante III
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.05 m</td><td>0.23</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.82 m</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 19.46 m</td><td>4.34</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante IV
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 20.75 m</td><td>4.34</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 51.42 m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 54.24 m</td><td>0.77</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.5 x 25.74 m</td><td>5.46</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.5 m</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 13.42 m</td><td>0.12</td></tr>
</table>
Con estas acciones se evita las modificaciones al flujo hidrológico de la región.</td></tr>
<tr><td>G065. La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y</td><td>El proyecto se localiza dentro del Área de Influencia del Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, sin embargo, esta no representa restricciones para el desarrollo del proyecto, debido a que en esta área no se encuentran condicionadas actividades.</td></tr>
</table>

Acciones	Vinculación
Programa de Manejo del área respectiva	

A continuación, se presenta la vinculación con las acciones especificas

Tabla 7. Vinculación con Acciones Especificas

<table>
<tr><th>Acciones</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>A-004. Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas</td><td>Dentro de las obras complementarias que se desarrollaran en el proyecto se contempla la construcción de obras de drenaje en los siguientes puntos:
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante II
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 14.25 m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 23.95 m</td><td>3.43</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 23.97 m</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.06 m</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1 x 46.27</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 52.27 m</td><td>3.96</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante III
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.05 m</td><td>0.23</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 9.82 m</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 19.46 m</td><td>4.34</td></tr>
</table>
Obras de drenaje por sustituir en el cuadrante IV
<table>
<tr><th>Tipo de obra actual</th><th>Dimensiones actuales</th><th>Acción</th><th>Tipo de obra proyectada</th><th>Dimensiones proyectadas</th><th>Gasto (m³/s)</th></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.25 x 20.75 m</td><td>4.34</td></tr>
<tr><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 51.42 m</td><td>Ampliación</td><td>Cajón de concreto</td><td>1.5 x 1.5 x 54.24 m</td><td>0.77</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>2.5 x 1.5 x 25.74 m</td><td>5.46</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 14.5 m</td><td>0.12</td></tr>
<tr><td>N/A</td><td>N/A</td><td>Construcción</td><td>Cajón de concreto</td><td>1 x 1 x 13.42 m</td><td>0.12</td></tr>
</table>
Con estas obras se garantiza el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel.</td></tr>
<tr><td>A-005. Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.</td><td>Para el desarrollo del proyecto, se requerirá agua para diversas actividades, la cual será adquirida a través de proveedores autorizados que cuenten con los permisos y títulos emitidos por la autoridad competente. El suministro se realizará mediante pipas, mismas que serán inspeccionadas de manera previa y periódica para detectar posibles fugas o derrames, garantizando así el uso eficiente de este recurso desde su punto de extracción hasta el frente de trabajo.</td></tr>
<tr><td>A-006. Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>A-007. Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales</td><td>Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>A-011. Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.</td><td>Dentro de las actividades del proyecto se requerirá la construcción de las gazas 1, 2 y 3.
Para la gaza 2 y 3 se requerirá la remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 0.74 ha.
Dentro de las medidas propuestas para reducir los impactos ambientales provocados por estas acciones se tienen las siguientes:
Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años.
Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia.
Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años.</td></tr>
<tr><td>A-014. Instrumentar campañas de restauración, reforestación y</td><td>No se prevé la recuperación de manglares o humedales, debido a que no se verán afectadas este tipo de ecosistemas por las actividades ejecutadas para el desarrollo del proyecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Acciones</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.</td><td></td></tr>
<tr><td>A-016. Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</td><td>El proyecto no se localiza dentro de ANP, por lo tanto, la acción no es vinculante con el proyecto.</td></tr>
<tr><td>A-017. Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</td><td>Dentro de las actividades contempladas a ejecutar se requerirá la construcción de las gazas 1, 2 y 3.
El proyecto requiere la remoción de 0.74 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia. Asimismo, se proponen medidas de mitigación para reducir los impactos ambientales provocados por estas acciones se tiene las siguientes:
♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años.
♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia.
Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años.
Para mayor información revisar el capítulo VI de esta MIA-P.</td></tr>
<tr><td>A-018. Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).</td><td>De acuerdo a los muestreos de vegetación y fauna en el sitio del proyecto; se identificaron las siguientes especies sujetas a protección:
Fauna (Localizadas en el área de influencia):
Listado de fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<table>
<tr><th>Orden</th><th>Familia</th><th>Nombre científico</th><th>Nombre común</th><th>Residencia (Aves)</th><th>Distribución</th><th>Grado de endemismo</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th></tr>
<tr><td colspan="8">CLASE REPTILIA</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Iguanidae</td><td>Ctenosaura acanthura</td><td>Iguana de Cola Espinosa del Golfo</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Iguanidae</td><td>Iguana iguana</td><td>Iguana Verde</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Phrynosomatidae</td><td>Sceloporus variabilis</td><td>Lagartija Espinosa Vientre Rosado</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Teiidae</td><td>Aspidoscelis guttatus</td><td>Ticuiliche Mexicano</td><td></td><td>Nativa</td><td>Endémica</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Boidae</td><td>Boa imperator</td><td>Mazacuata</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>A</td></tr>
<tr><td colspan="8">CLASE AVES</td></tr>
<tr><td>Anseriformes</td><td>Anatidae</td><td>Dendrocygna autumnalis</td><td>Pijije Alas Blancas</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columba livia</td><td>Paloma Doméstica</td><td>R</td><td>Exótica-invasora</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columbina inca</td><td>Tórtola Cola Larga</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columbina talpacoti</td><td>Tortolita Canela</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Patagioenas flavirostris</td><td>Paloma Morada</td><td>R, MI</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Streptopelia decaocto</td><td>Paloma Turca de Collar</td><td>R</td><td>Exótica-invasora</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Leptotila verreauxi</td><td>Paloma Arroyera</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Cuculiformes</td><td>Cuculidae</td><td>Piaya cayana</td><td>Cuclillo Canelo</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Cuculiformes</td><td>Cuculidae</td><td>Crotophaga sulcirostris</td><td>Garrapatero Pijuy</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Suliformes</td><td>Phalacrocoracidae</td><td>Nannopterum brasilianus</td><td>Cormorán Neotropical</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Pelecaniformes</td><td>Ardeidae</td><td>Ardea ibis</td><td>Garza Ganadera</td><td>R</td><td>Exótica-invasora</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Pelecaniformes</td><td>Ardeidae</td><td>Ardea alba</td><td>Garza Blanca</td><td>MI, R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Pelecaniformes</td><td>Ardeidae</td><td>Butorides virescens</td><td>Garceta Verde</td><td>R, MI</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Cathartiformes</td><td>Cathartidae</td><td>Coragyps atratus</td><td>Zopilote Común</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Cathartiformes</td><td>Cathartidae</td><td>Cathartes aura</td><td>Zopilote Aura</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Piciformes</td><td>Picidae</td><td>Melanerpes aurifrons</td><td>Carpintero Cheje</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Passeriformes</td><td>Tyrannidae</td><td>Myiozetetes similis</td><td>Luisito Común</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Passeriformes</td><td>Tyrannidae</td><td>Pitangus sulphuratus</td><td>Luis Bienteveo</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Acciones	Vinculación

Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC
CLASE MAMMALIA							
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC

Vegetación (localizado en el área del proyecto):

Listado de vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM
Magnoliopsida	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)

En complemento a lo anterior, se propone las siguientes medidas de mitigación para estos componentes:

Vegetación:

- Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia.
- Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
- Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales.
- Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia

Fauna:

- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie.
- instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio.

Para mayor información sobre las medidas de mitigación, se recomienda revisar el capítulo 6 de la MIA-P.

A-019. Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	En el caso de que se contamine el sitio por una inadecuada gestión de residuos, el **PROMOVENTE** se sujetara a elaborar e implementar un programa de remediación, este se sujetara a los requisitos, plazos y términos establecidos por la autoridad competente.
A-021. Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire,	Dentro de las acciones propuestas para el control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, se encuentran las siguientes: **Atmósfera.**

Acciones	Vinculación
agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO	♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización. ♦ El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión. ♦ Verificación del cumplimiento de los límites de ruido permitidos tanto en el perímetro como en el área de trabajo durante el desarrollo de la obra. **Hidrología** ♦ Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles. ♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua. **Suelo** ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Gestión Integral de los residuos (RP, RME, RSU). ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra.
A-022. Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Por la naturaleza de la **acción no es vinculable con el proyecto**.
A-023. Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación *in situ*, en términos de la legislación aplicable	Para evitar la contaminación del suelo por el desarrollo del proyecto, se proponen las siguientes medidas: ♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del suelo" ♦ Gestión Integral de los residuos (RP, RME, RSU) ♦ Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas.
A-024. Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Dentro de las acciones para disminuir las emisiones de GEI, así como de partículas, se proponen las siguientes acciones. ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta. ♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. ♦ Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT). ♦ Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.
A-025. Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	La gestión integral de residuos peligrosos implica la identificación, almacenamiento seguro, manejo adecuado y disposición final responsable de estos residuos, siempre cumpliendo con la normativa vigente para proteger la salud humana y el medio ambiente.
A-026. Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-033. Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-037. Promover la generación energética por medio de energía solar.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-038. Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-050. Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**

Acciones	Vinculación
fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	
A-051. Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-052. Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-053. Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-054. Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-055. Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-057. Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-058. Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-059. Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-060. Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-061. Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-062. Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos**.**	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-063. Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-064. Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-065. Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de	Por la naturaleza de la acción no es vinculable con el proyecto.

Acciones	Vinculación
tratamiento de aguas servidas municipales.	
A-068. Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Las medidas que contemplan la gestión adecuada de los residuos son las siguientes: ♦ **Residuos Peligrosos:** 1. Identificación y clasificación conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. 2. Almacenamiento temporal en sitios techados, con piso impermeable, ventilación y contenedores etiquetados. 3. Registro de generación y bitácora de movimientos de residuos peligrosos. 4. Contratación de empresas autorizadas por SEMARNAT para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. 5. Capacitación al personal en manejo seguro, respuesta a emergencias y uso de EPP. ♦ **Residuos de Manejo Especial** 1. Separación en sitio de residuos como llantas, escombros, plásticos de gran volumen, residuos metálicos y maderas. 2. Reutilización de materiales pétreos y de construcción en actividades de relleno o nivelación. 3. Entrega de residuos a centros de acopio o empresas autorizadas para reciclaje o disposición adecuada. 4. Establecimiento de convenios con recicladoras locales para chatarra, plásticos y madera. ♦ **Residuos Sólidos Urbanos** 1. Colocación de contenedores diferenciados (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) en las áreas de obra y campamentos. 2. Recolección periódica mediante servicios municipales o empresas autorizadas. 3. Campañas de sensibilización para el personal sobre separación de residuos. 4. Disposición en sitios autorizados por el municipio, evitando tiraderos clandestinos. Con estas acciones no solo se evita la contaminación de los cuerpos de agua adyacente, así mismo se evita la contaminación al suelo, por lo tanto, estas acciones son integrales.
A-069. Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A-071. Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-072. Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto.**
A-075. La construcción, **modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos**: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El proyecto para la construcción de las gazas fue diseñado con el objetivo de minimizar los impactos de la zona, de tal modo que se aprovechó en la medida de los posible la superficie del DDV para la gaza 1. Para la construcción de la gaza 2 y 3 se removerá una superficie de **0.74 ha** de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia. Asimismo, el sitio ya se encuentra impactado por las actividades antropogénicas de la región, por lo que no se espera un mayor impacto a los ya generados. Finalmente, se proponen las siguientes medidas de mitigación para disminuir para disminuir la afectación: ♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua. ♦ Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles. ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto. ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización. ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas hidrosiembra.
A-076. La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura ferroviaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los	Por la naturaleza de la acción **no es vinculable con el proyecto**.

Acciones	Vinculación
ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	

Con lo descrito en las tablas anteriores, se muestra que el proyecto se vincula de manera armónica con lineamientos ecológicos, acciones generales y específicas de la UGA 43 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).

3.1.5 Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río - Medellín - Alvarado, Ver

La Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz – Boca del Río – Medellín – Alvarado, Ver, fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Veracruz De Ignacio De La Llave el 18 de agosto de 2008; mismo que se encuentra a disposición del público en general en la página web de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial.

El Estado de Veracruz cuenta con tres de los puertos más importantes del país, localizados estratégicamente en el norte, centro y sur del Estado. En su conjunto estos tres puertos operan el 28.48% de la carga contenerizada del país, así como el 40% del total nacional de los contenedores. El Puerto de Veracruz representa el 22.74% del movimiento de carga manejado a nivel nacional, lo que lo sitúa como el primer puerto comercial del país. El principal tipo de carga que maneja es contenerizado, además de gráneles, fluidos y carga general como tubos de acero, automóviles y auto partes; para lo cual cuenta con 40.447 hectáreas destinadas a la recepción y almacenaje de mercancías.

El presente Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Veracruz - Boca del Río – Medellín - Alvarado establece objetivos, políticas, estrategias e instrumentos específicos para su implementación, en base a las disposiciones que establecen la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; la Ley General de Asentamientos Humanos; la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz Llave; Ley Orgánica de la Administración Pública; Ley de Desarrollo Regional y Urbano y la Ley Orgánica del Municipio Libre.

De igual manera, la actualización del POE de la zona conurbada señala que se realizó un análisis de los sectores en que la ciudad fue dividida en el primer ordenamiento, con el fin de evaluar en qué medida se han conservado o modificado las características establecidas y, en su caso, realizar una posterior reconsideración. En este sentido, la subzonificación se integra por los siguientes sectores: A, B, C, D, E, F, G, H, K, M, O, P, Q y S.

Tabla 8. Zonificación secundaria.

Sector Urbano	Ubicación con respecto a la mancha urbana	Participación relativa en la mancha urbana	
		HA	Densidad Viv. /Ha
A	Noroeste	2158.5495	30
B	Noreste	1044.6053	18
C	Centro	1416.5890	28
D	Este	1007.0918	16
E	Sureste	997.2495	23
F	Noroeste	1626.9579	1
G	Oeste	1052.0686	1
H	Suroeste	1339.5972	2
K	Centro	695.0326	13
M	Oeste	947.6721	5
O	SUR	892.2045	1
P	SUR	585.8475	1
Q	SUR	301.7448	1
N – P	Oeste	1490.8901	

Sector Urbano	Ubicación con respecto a la mancha urbana	Participación relativa en la mancha urbana	
		HA	Densidad Viv. /Ha
S	Localidades rurales	1460.5440	7
Total de sectores		7016.6444	

El municipio de Medellín se localiza en el sector urbano M, el cual se localiza al Oeste de la mancha urbana de Veracruz tiene una superficie de 947.6721 Ha y una densidad de 5 Viv. /Ha presenta poca consolidación al estar conformado por colonias con predominio de vivienda popular y precaria, en este sector se localizan empresas que han modificado la estructura ecológica de la región.

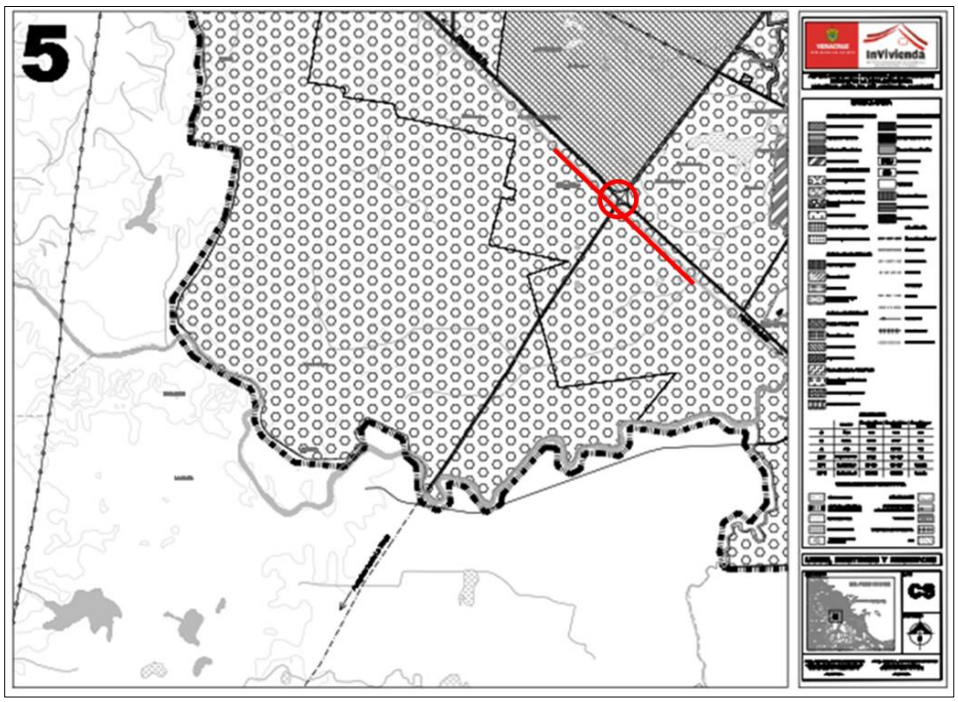


Figura 3. Usos de suelo, destinos y reservas, Mapa CS, sección 5. La línea y círculo rojo marcan la ubicación del proyecto dentro del entronque y carretera 180.

En lo referente a los usos de suelo, destinos y reservas delimitados por el POU en el mapa CS, se identifica que el proyecto se localiza dentro de una vialidad clasificada como autopista, la cual se encuentra rodeada principalmente por áreas con uso de suelo de **Reserva Ecológica Productiva** y **Reserva Aeroportuaria**. Para la construcción de la gaza 1 se aprovechará en su totalidad el DDV del entronque, por su parte, para la gaza 2 y 3 se afectará **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha.** En la Tabla 9 se muestra lo que se tiene determinado para esta reserva.

Tabla 9. Vinculación con el uso de suelo

Uso de suelo	Vinculación
Reserva Aeroportuaria: Con una superficie de 797 Has., se localiza al oeste de la mancha urbana con accesibilidad a través de la carretera libre a Xalapa. Se ha respetado como tal, que aún no ha sido utilizada para el fin que fue destinada. Se señalan como usos permitidos bodegas y depósitos, terminal y camiones de carga y aeropuerto	Dentro del uso de suelo asignado a la **reserva aeroportuaria** no se encuentra prohibida la construcción de infraestructura carretera; por lo tanto, es factible llevar a cabo los trabajos del proyecto. Cabe destacar que, una vez concluidas las obras, se dispondrá de infraestructura óptima para el tránsito vehicular, lo que permitirá mejorar la conectividad con el Aeropuerto Internacional de Veracruz.

Uso de suelo	Vinculación
Reserva Ecológica Productiva: Con una superficie de 15,379 Has., se localiza rodeando la mancha urbana y dentro de los límites de la poligonal establecida para la segunda actualización del programa de ordenamiento. Se señalan como usos permitidos central de acopio y productos, almacén de granos, centro acopio y productos agrícolas, agricultura, ganadería, pesca y fruticultura.	Dentro del uso de suelo asignado a la **Reserva Ecológica Productiva** no se encuentra prohibida la construcción de infraestructura carretera; por lo tanto, es factible llevar a cabo los trabajos del proyecto. Cabe destacar que, una vez concluidos los trabajos, se dispondrá de infraestructura óptima para el tránsito vehicular y transporte de mercancías como granos, ganadería. Productos del mar y fruticultura.

Con los descrito en la Tabla 9, se muestra que el proyecto, se vincula de manera positiva con los usos de suelo establecidos en el Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz – Boca del Río - Medellín - Alvarado, Ver.

3.2 ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)

3.2.1 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Federal

3.2.1.1 Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se localiza en la porción centro-sur del Golfo de México, frente a las costas del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, específicamente, en los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado. Tiene una superficie de 65 mil 516-47-08.05 hectáreas. En sus aguas se desarrolla una gran diversidad biológica caracterizada por poblaciones de invertebrados, especialmente de corales, así como de peces, cetáceos, tortugas marinas y aves (Tunnell et al., 2007). Son los arrecifes cercanos a la costa más desarrollados del Golfo de México se caracterizan por presentar una gran resiliencia al aporte de agua dulce y de sedimentos provenientes de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan.

El objetivo general de del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano es el siguiente:

Favorecer la conservación y protección del patrimonio natural y cultural del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, procurando mantener la continuidad de sus procesos ecológicos, salvaguardando la diversidad biológica existente y asegurando el uso sustentable de los recursos naturales, mediante la participación de los sectores sociales y gubernamentales interesados.

Así como los siguientes **objetivos específicos**.

- *Proteger y conservar los arrecifes coralinos presentes en el Parque Nacional, que son los arrecifes coralinos costeros más grandes del Golfo de México y son reconocidos internacionalmente por su capacidad de resiliencia.*
- *Conservar y preservar los cayos existentes, toda vez que son sitios de anidación de tortuga marina caguama (Caretta caretta), tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (Chelonia mydas), tortuga marina escamosa del Atlántico o tortuga lora (Lepidochelys kempii), tortuga marina de carey (Eretmochelys imbricata); y aves marinas como la golondrina marina menor, charrán mínimo o gaviotín (Sterna antillarum) y charrán elegante (Sterna elegans).*
- *Conservar y restaurar la vegetación de mangle rojo (Rhizophora mangle).*
- *Conservar los ecosistemas de pastos marinos por ser sitios de crianza de especies marinas, incluyendo especies comerciales.*
- *Salvaguardar la diversidad genética de los ecosistemas coralinos de manglar y de pastos marinos de los que depende la continuidad evolutiva.*
- *Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del Parque Nacional.*
- *Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.*

- *Proteger el entorno natural del cayo denominado Isla Sacrificios, que contiene vestigios arqueológicos de importancia para la cultura e identidad nacional.*

Por la ubicación del proyecto, ese se localiza en la **Zona de Influencia,** en la Figura 4 se puede apreciar esta afirmación.

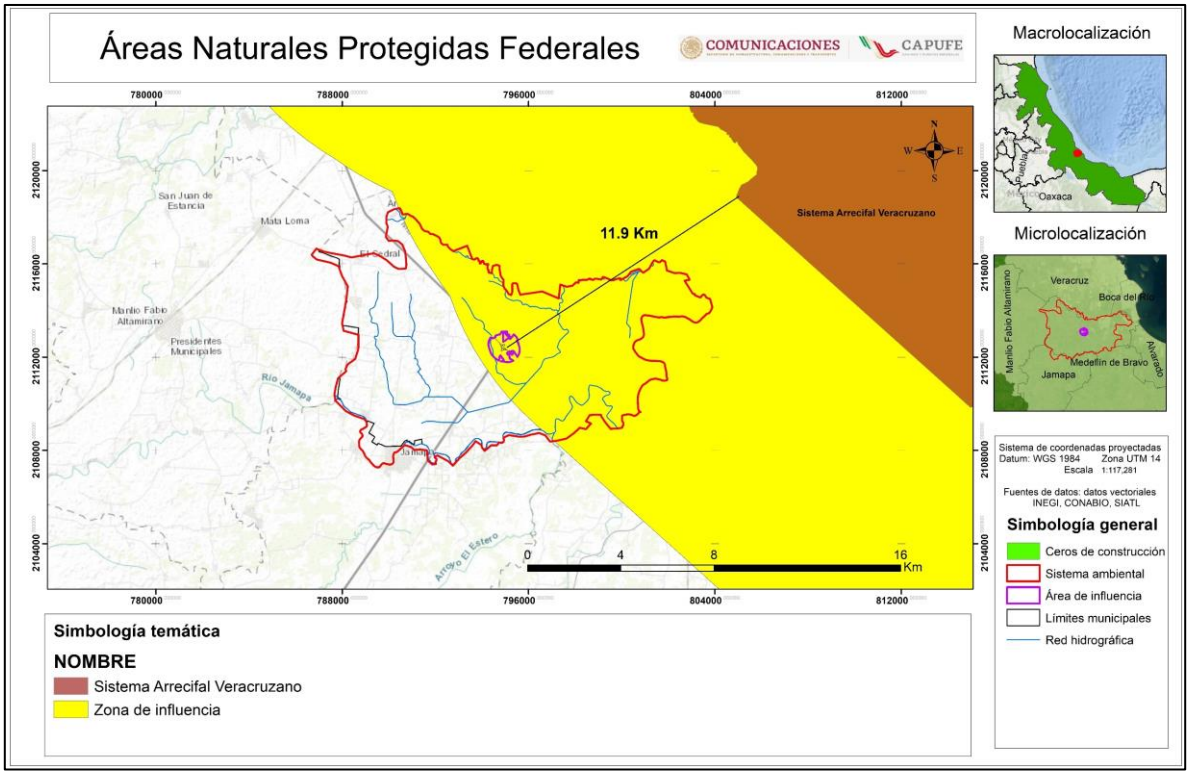


Figura 4. Ubicación del proyecto con respecto al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Para la Zona de Influencia se determina lo siguiente:

El Decreto que Modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992,

Que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012, establece una superficie de 65 mil 516-47-08.05 hectáreas para el Parque Nacional. Este Decreto modificatorio, define en el Artículo Décimo Quinto el Área de Influencia con una superficie de 895,752-26-39.99 hectáreas. En esta Zona de Influencia se incluyen superficiales agrícolas, urbanas e industriales que se ubican en las cuencas que descargan en las inmediaciones del Parque Nacional, las ***cuales cobran importancia debido a que la calidad del agua que aportan a los arrecifes del Área Natural Protegida puede afectar el desarrollo biológico y ecológico de los mismos, toda vez que el aporte de sedimentos y sustancias tóxicas puede desencadenar en una reducción de las coberturas de tejido vivo de los corales.***

En el área costera de la zona de influencia se ubican localidades donde los pescadores y prestadores de servicio realizan actividades económicas dentro del Parque Nacional, con la finalidad de obtener

beneficios económicos, sin embargo, el ***desarrollo no planeado*** *de las mismas puede impactar en las poblaciones de corales y de peces del Área Natural Protegida.*

VINCULACIÓN

Dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, no se presentan restricciones para el desarrollo de infraestructura carretera o en el su caso la remoción de vegetación forestal. Asimismo, el proyecto no aportará sedimentos y sustancias toxicas al arrecife por diferentes factores, entre los que destacan:

- La distancia del proyecto a la zona núcleo de la ANP es de 13 km en línea recta.
- El proyecto no cruza ni se encuentra sobre cuerpos de agua que pudiesen provocar el arrastre de los sedimentos.
- Con respecto a las sustancias químicas, se contará con kits antiderrames de sustancias químicas, asimismo, se colocarán pallet´s antiderrame en contenedores de sustancias químicas.
- En el caso de un derrame se implementará un Plan de Atención de Emergencias Ambientales (elaborado por la constructora), el cual tendrá por objetivo aislar y contener el derrame.

Por lo tanto, el proyecto es viable y se puede llevar a cabo sin ninguna restricción o impedimento legal.

3.2.2 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Local (Estatal / Municipal)

El proyecto no incide en áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal y/o municipal, así mismo, dentro del Sistema Ambiental delimitado para el proyecto se localizan las ANP´s:

- Arroyo Moreno a una distancia en línea recta de 7.70 kilómetros
- Tembladeras – Laguna Olmeca a una distancia en línea recta de 1.12 kilómetros.

Por lo tanto, el proyecto no es vinculable con ANP de jurisdicción estatal y/o municipal.

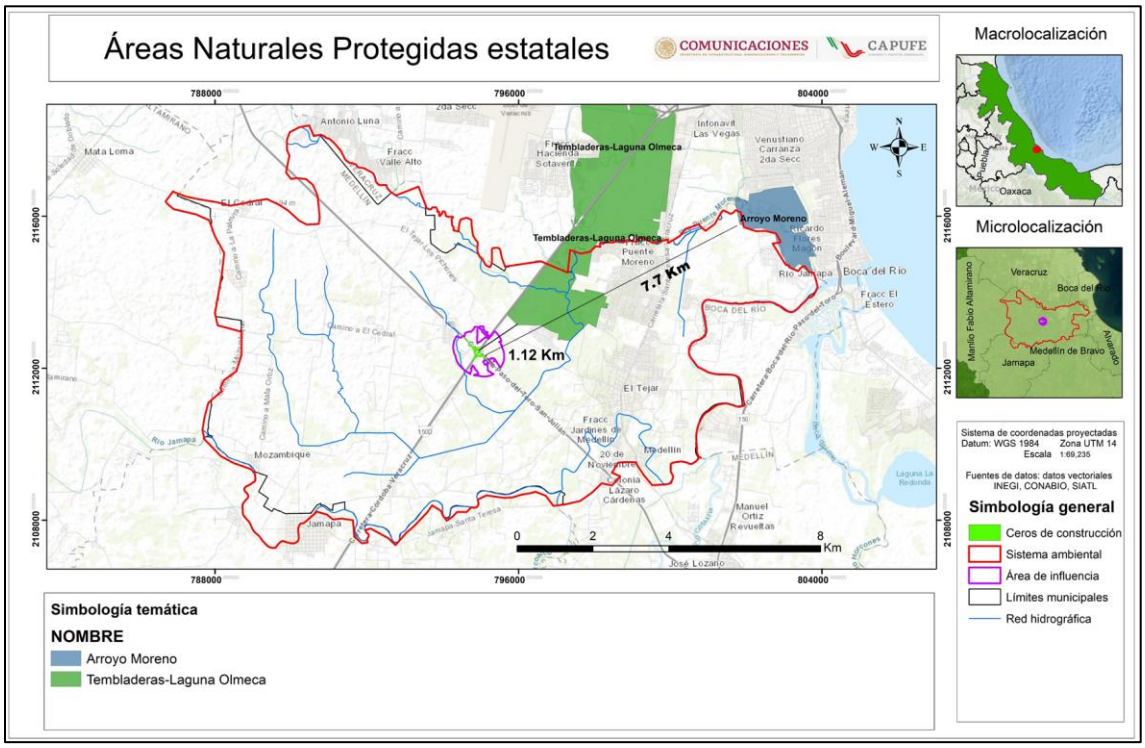


Figura 5. Ubicación de ANP Estatales y Municipales.

3.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Por la ubicación del proyecto se localiza dentro de la Área de Importancia para la Conservación de las Aves denominada: **Centro de Veracruz.** En la Figura 6 se muestra la ubicación de esta AICA, con respecto al proyecto.

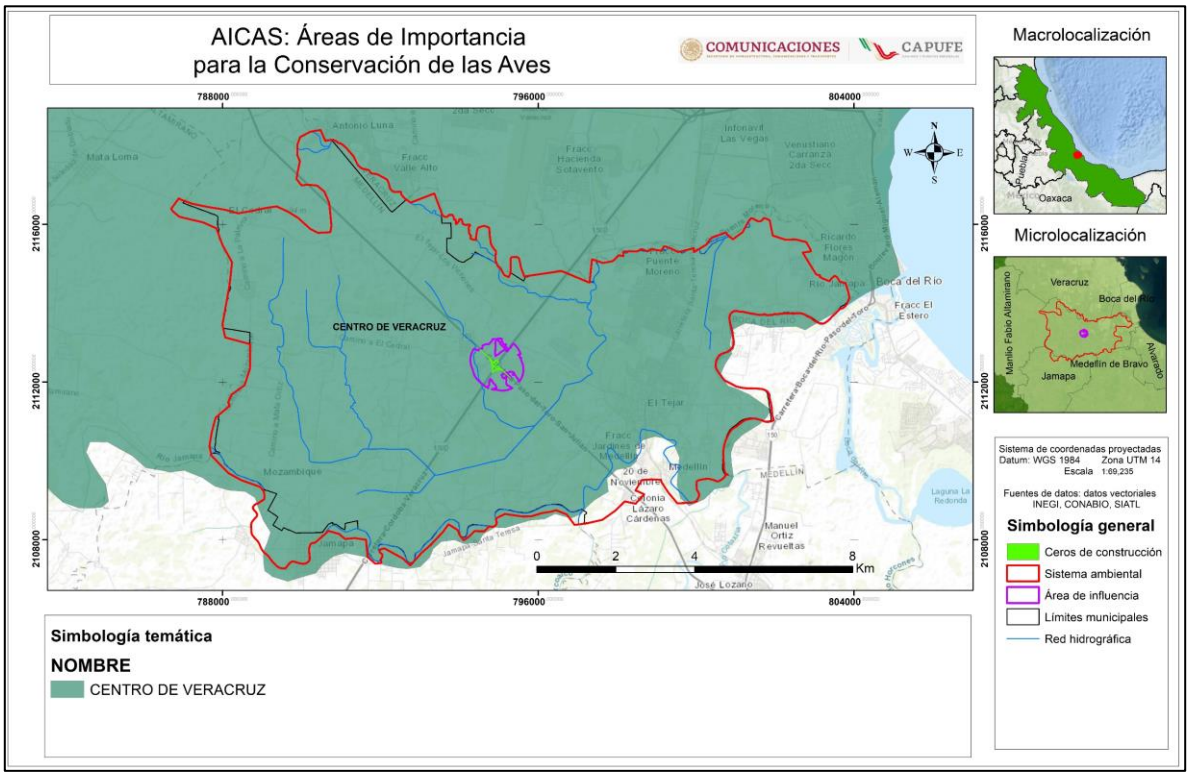


Figura 6. Ubicación del proyecto con respecto al AICA: Centro de Veracruz.

La AICA Centro de Veracruz está formada por una "extensión" del eje neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4400 msnm en una distancia lineal de aprox. 85 km.

La **importancia** de esta AICA radica en que forma parte del **corredor migratorio de aves rapaces y zona de anidación de siete especies de garza.** En cambio, **la problemática que presenta** son el desarrollo de proyectos turísticos, **tala de vegetación de dunas para siembra** e inicio de dunas móviles, **relleno de lagunas para construcción.**

Vinculación

Para el desarrollo del proyecto, se buscó aprovechar en la medida de lo posible el DDV. Esto dio como resultado que la gaza 1 se localice completamente dentro del DDV; por su parte para la construcción de las gazas 2 y 3 requerirá la remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de **0.74 ha**.

Para compensar los impactos generados por la remoción de la vegetación forestal se proponen las siguientes medidas de mitigación:

- Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia
- Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
- Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años.
- Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia.

- Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años

De acuerdo con los muestreos de campo se identificaron las siguientes especies de aves en el área de influencia del proyecto

Tabla 10. Especies de aves presentes en el área de influencia.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-invasora	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	R	Nativa	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R, MI	Nativa	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC	LC
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC	LC
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC	LC
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC	LC
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC	LC

Finalmente, las medidas propuestas para mitigar los impactos hacia la fauna son las siguientes:

- Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre.
- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie.
- La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva.
- Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio.
- Estará prohibido la introducción de especies exóticas.

Con estas acciones se garantiza la protección del medio ambiente en la **AICA Centro de Veracruz**.

3.2.4 Regiones Terrestre Prioritarias

Por la ubicación geográfica del proyecto, no se localizan dentro de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). Así mismo, el Sistema Ambiental (SA) delimitado para el proyecto no incide dentro de RTP, Las más cercanas a la SA, son las siguientes:

- Dunas Costeras del Centro de Veracruz a una distancia en línea recta de **13.5 km** del Sistema Ambiental.
- Humedales de Papaloapan a una distancia en línea recta de **30.6 km** del Sistema Ambiental.

En la Figura 7 se muestra a ubicación de estas dos regiones prioritarias con respecto al Sistema Ambiental.

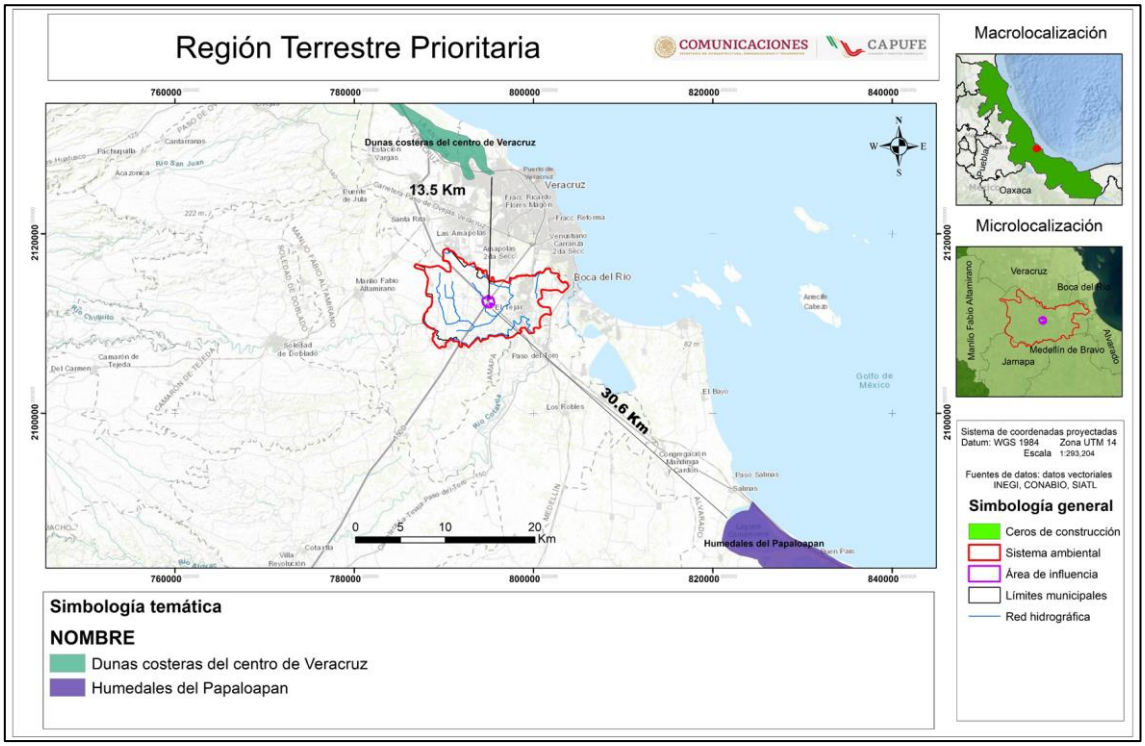


Figura 7. Ubicación de las RTP con respecto al SA del proyecto.

Por lo tanto, el proyecto no es vinculable con Regiones Terrestres Prioritarias.

3.2.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El proyecto no se localiza dentro de regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), así mismo, el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, no incide en RHP, las más cercana es la denominada "Río la Antigua" y se localiza a una distancia en línea recta de 9.3 km. En la Figura 8 se muestra su ubicación con respecto al SA.

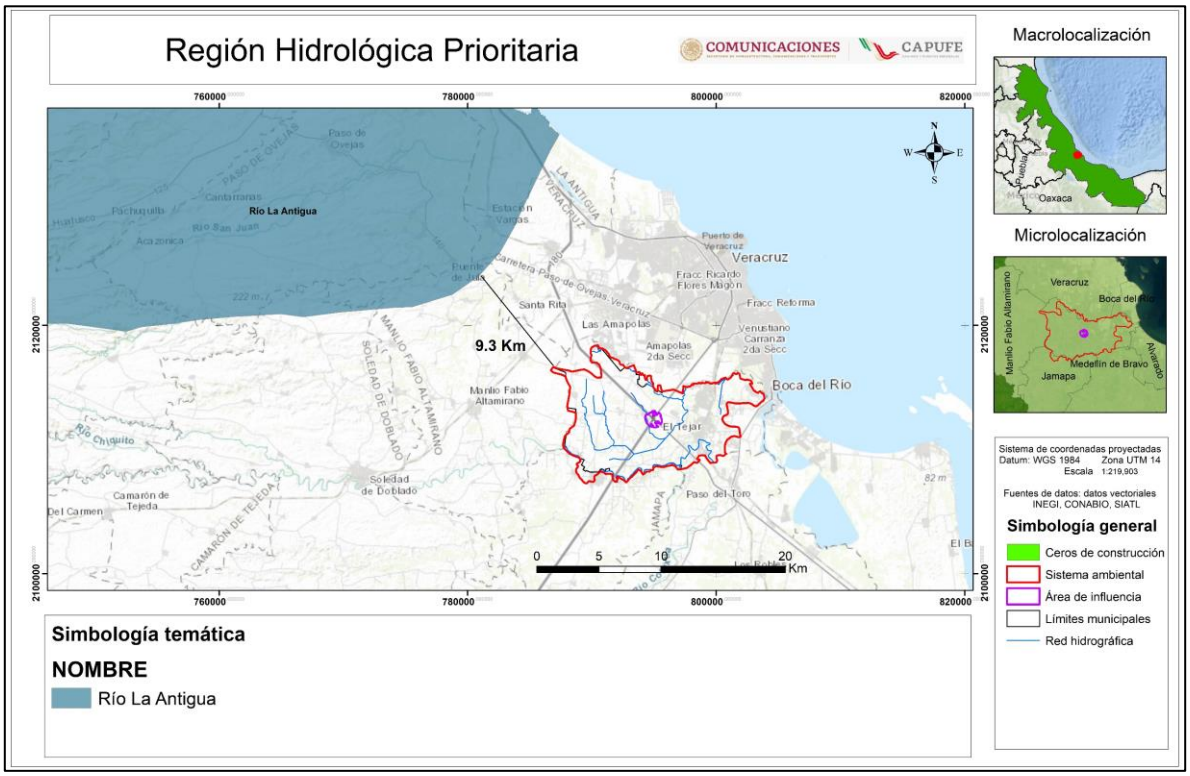


Figura 8. Ubicación de la RHP con respecto al SA del proyecto.

Con lo indicado en párrafos anteriores, el proyecto no es vinculable con Regiones Hidrológicas Prioritarias.

3.2.6 Regiones Marinas Prioritarias

De acuerdo a la ubicación geográfica del proyecto, se localiza dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) denominada "Laguna Verde - Atón Lizardo. En la Figura 9 se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la RMP.

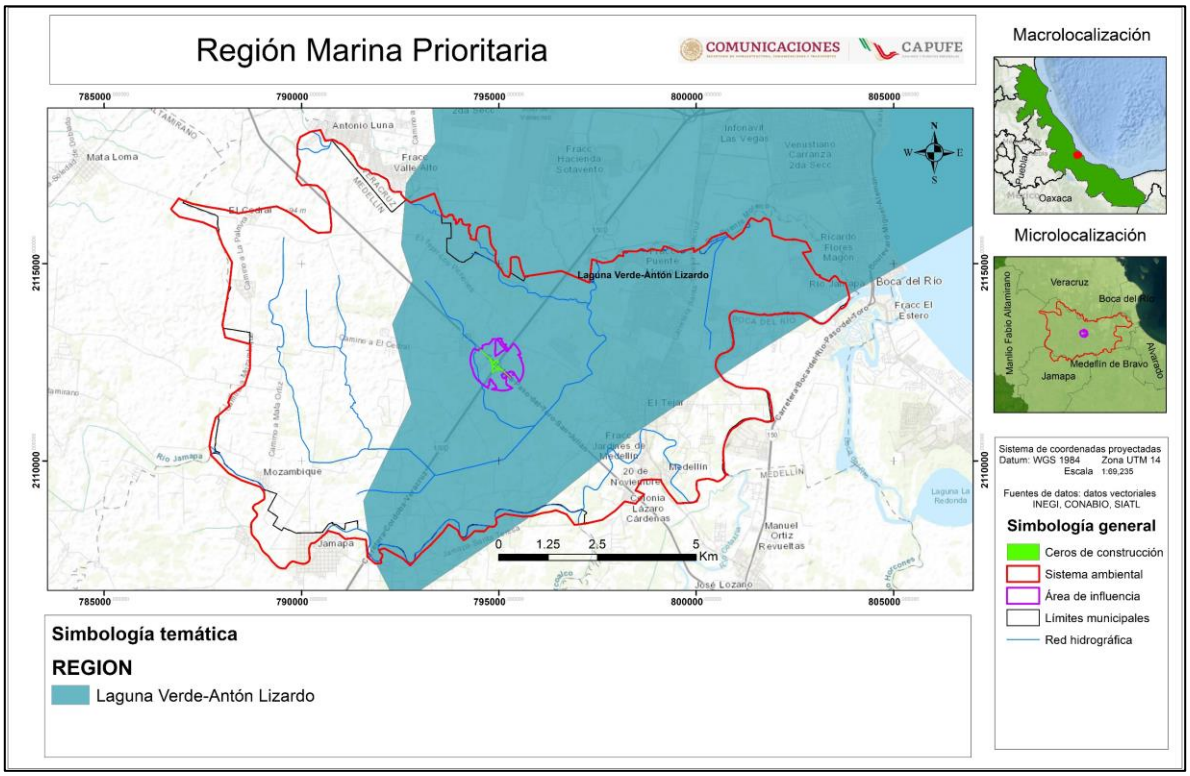


Figura 9. Ubicación del RMP con respecto al proyecto.

En la RMP "Laguna Verde - Atón Lizardo", predominan las actividades turísticas, debido a que se localiza una zona turística importante y hotelera (Puerto de Veracruz, Villa Rica y Chachalacas). Pesca organizada en cooperativas, con explotación de ostión, jaiba y lisa. Actividad petrolera, industrial y urbana.

Así mismo, dentro de esta RMP existe un área natural protegida (Arrecifes Veracruzanos). Por lo que es necesario controlar la contaminación del Puerto de Veracruz. Considerar una reserva de dunas móviles como hábitat de las especies endémicas fijadoras de éstas. Además, se requiere aplicar una estrategia de manejo y conservación para el sistema arrecifal veracruzano.

Finalmente, las problemáticas ambientales que enfrenta esta RMP, son los siguientes:

- **Modificación del entorno:** tala de manglar, dragado. Alteración de cuencas con cambios hidrológicos e influencias de la planta nucleoeléctrica.
- **Contaminación:** por petróleo, aguas residuales, agroquímicos, fertilizantes, desechos industriales y aguas negras.
- **Uso de recursos:** presión del sector pesquero sobre el ostión y robalo, y del sector turístico sobre arrecifes coralinos. Existe pesca ilegal.

VINCULACIÓN

Con el desarrollo del proyecto se contará con infraestructura vial eficiente que fomentará el turismo en la región; dado que acotarán tiempos de traslado. Por su parte, durante los trabajos de modernización se ejecutarán medidas de prevención y mitigación mismas que se enlistan a continuación:

- Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua.

- Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua".
- Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles.
- Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación.
- Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización.
- Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Para mayor información de las medidas de mitigación, se recomienda revisar el capítulo 6 del presente estudio de impacto ambiental.

Con estas medidas se busca reducir los impactos generados, así como garantizar el equilibrio ecológico de la región.

3.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales.

3.3.1 Plan Nacional de Desarrollo. Planeación para el Desarrollo con Enfoque de Agenda 2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista. Los ejes planteados en PND 2025-2030 son los siguientes:

1. Eje 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana
2. Eje 2: Desarrollo con bienestar y humanismo
3. Eje 3: Economía moral y trabajo
4. Eje 4: Desarrollo sustentable

El PND 2025-2030 se divide en los siguientes ejes trasversales:

1. Eje transversal 1: Igualdad Sustantiva y Derechos de las Mujeres.
2. Eje transversal 2: Innovación Pública Para El Desarrollo Tecnológico Nacional
3. Eje transversal 3: Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas

Finalmente, derivado de los diagnósticos presentados en líneas anteriores, se plantean los siguientes objetivos y estrategias de políticas públicas a implementar por el Gobierno de México en el periodo 2025-2030 (el proyecto se vincula con el Eje 4 Desarrollo Sustentable):

Tabla 11. Vinculación con el PND 2025-2030.

Estrategia	Vinculación
Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.	
Estrategia 4.2.1. Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.	Por la naturaleza de los trabajos del proyecto se utilizará maquinaria y equipo que utiliza combustibles fósiles como fuente de energía, por la naturaleza de este equipo no es viable la transición enérgica, sin embargo, se empleara medidas de mitigación para reducir el impacto provocado por las emisiones de GEI a la atmosfera. Estas son las siguientes: ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta.
Estrategia 4.2.3. Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental.	

Estrategia	Vinculación
	♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. ♦ Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT). ♦ Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.
Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	
Estrategia 4.3.1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	Por el uso de vehículos, maquinaria y equipo que usan como fuente de energía combustibles fósiles, mismo que generaran emisiones de GEI, para reducir los impactos generados por las emisiones se proponen las siguientes medidas: ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta. ♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. ♦ Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT). ♦ Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.
Estrategia 4.3.3. Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.	Por las actividades del proyecto se generarán residuos de manejo especial y sólidos urbanos, mismos que serán recolectados por empresas autorizadas, en este sentido se buscarán en la medida de lo posible, que estas empresas valoricen los residuos como combustibles alternos o en su caso los incorpore de nuevamente a cadenas productivas.
Estrategia 4.3.4. Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	Dentro de las medidas de mitigación y compensación para reducir los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, se encuentran las siguientes: ♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua. ♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua". ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto. ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra. ♦ Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas. ♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización. ♦ Verificación del cumplimiento de los límites de ruido permitidos tanto en el perímetro como en el área de trabajo durante el desarrollo de la obra. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) Retiro inmediato de materiales producto de la construcción hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie.
Estrategia 4.3.7. Promover mecanismos de mitigación de daños ambientales y a la salud mediante un marco normativo que regule la gestión de sustancias químicas y la creación de infraestructura.	
Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	
Estrategia 4.5.1. Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.	Como se ha indicado el proyecto consiste en la construcción de tres gazas de incorporación y desincorporación en el entronque Paso del Toro, el cual se ubicada en la autopista 150 D tramo Córdoba – Veracruz. La gaza 1 de localiza dentro del DDV del entronque, por lo tanto, no se requería la remoción de vegetación forestal, debido a que en la zona predomina pastizal inducido y vegetación inducida. En cambio, para la construcción de la gaza 2 y 3 será necesario la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha.**

Estrategia	Vinculación
	Para mitigar los impactos por la remoción forestal, se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia Finalmente, la obra es de suma importancia para agilizar el tráfico en la zona, por lo que evitara las aglomeraciones de tránsito en la zona.
Estrategia 4.5.4. Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente.	Dentro de las medidas propuestas para restaurar la biodiversidad y lo servicios ambientales se encuentran las siguientes: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie. ♦ La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva. ♦ instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio
Estrategia 4.5.8. Armonizar e integrar los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico en la planificación territorial, para gestionar de manera sustentable la expansión de las fronteras agrícola y urbana.	El proyecto se integra armónicamente con los instrumentos de desarrollo urbano de la región.
Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	
Estrategia 4.6.2. Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Para las actividades relacionadas con el proyecto, se garantizará una gestión adecuada del recurso hídrico, que incluirá la adquisición de agua únicamente a proveedores que cuenten con los títulos de concesión correspondientes para su uso y aprovechamiento, así como el control riguroso de los volúmenes adquiridos y utilizados en cada una de las diferentes actividades.

Como se demuestra en la Tabla 11, el proyecto se alinea de manera armónica con los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y la Planeación para el Desarrollo con Enfoque de la Agenda 2030.

3.3.2 Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030 que aquí se presenta, contiene una estructura normativa elemental que permite una comprensión ágil y sencilla, por lo que se considera totalmente accesible a la lectura y razonamiento de toda persona que desee consultarlo y tomarlo como referencia

La misión del PVD 2025-2030 es abatir las causas y consecuencias del rezago social y potencializar las fortalezas de Veracruz, alcanzando mejores niveles de bienestar social y económico, bajo criterios de sustentabilidad y en un ambiente de seguridad y gobernabilidad que les permita a las familias veracruzanas una mejora en su calidad de vida.

Por su parte el objetivo del PVD 2025-2030 es convertir a Veracruz en un Estado referente del crecimiento y el desarrollo de México, donde los valores y los principios del nuevo humanismo mexicano y los derechos humanos universales son reconocidos, ejercidos y respetados por todas y todos.

En el desarrollo de las acciones de planeación que se efectúen por parte del funcionariado de la APE, se deben guardar principios y valores como sello distintivo de esta gestión gubernamental. Los valores son las creencias y convicciones personales importantes para la vida, en tanto que los principios son reglas fundamentales que guían el actuar de las personas. Estos son los siguientes:

- **Legalidad.** El respeto por la ley es esencial para garantizar que las acciones de las personas servidoras públicas siempre se ordenen con lo que es justo y lo que está establecido. La legalidad no es una opción, sino un mandato que no debe ser alterado por intereses personales. Además, las decisiones deben basarse en hechos, en la objetividad de los datos y la evidencia. La confidencialidad, especialmente en lo que respecta a la información sensible, es otra obligación que debe ser cuidada con la misma seriedad.
- **Imparcialidad.** Implica lealtad al pueblo, sin prejuicios ni favoritismos; es un compromiso con la democracia que resulta fundamental para tomar decisiones que beneficien a todas y a todos, sin distinciones. La congruencia entre lo que se dice y lo que se hace es lo que le da credibilidad a la gestión pública.
- **Responsabilidad.** El Gobierno debe ser un ejemplo de honestidad, por ello la responsabilidad que se asuma en cada acción, en cada programa y en el uso de los recursos debe ser total y absoluta. Cada servidora y servidor público debe actuar con la mayor honradez e integridad, recordando siempre que lo que está en juego no es sólo su reputación, sino también la confianza de la ciudadanía.
- **Continuidad.** Las acciones de las y los servidores públicos no deben ser medidas estrictamente por los resultados inmediatos, sino por la capacidad de generar un impacto sostenible y continuo a largo plazo. No basta sólo con actuar, sino actuar bien y ser eficaces en la resolución de problemas, pero también eficientes en el uso de los recursos.
- **Transparencia y Rendición de Cuentas:** Las decisiones, los recursos y los proyectos deben ser accesibles a la ciudadanía, quien tiene todo el derecho de conocer cómo se gestionan sus contribuciones y se toman las decisiones que afectan sus vidas, por ello, el trabajo público debe ser transparente. La rendición de cuentas no es únicamente una obligación legal, sino una muestra de respeto hacia quienes han elegido a su Gobierno.
- **Libertad:** La libertad es un derecho irrenunciable, que conlleva a responsabilizarse de los actos propios y asumir sus consecuencias. Cada servidora y servidor público debe luchar por garantizar la equidad y la igualdad en todos los ámbitos, sin permitir que ningún tipo de discriminación se infiltre en las políticas públicas. Todas las personas tienen el mismo derecho a ser tratadas con respeto y justicia, sin importar su origen, género, orientación o creencia.
- **Bien común:** La austeridad, además de ser un principio económico, es un acto de responsabilidad, lo que implica que los recursos públicos se utilicen de manera adecuada y siempre al servicio del interés colectivo. La austeridad republicana es el camino para una gestión eficiente y enfocada en lo que realmente importa: el bienestar común.
- **Liderazgo:** El liderazgo debe ser entendido como un servicio a la comunidad, no como una posición de poder. Cada persona dentro del Gobierno debe tener la vocación de servir, trabajando en equipo con la sociedad para encontrar las mejores soluciones, porque el cambio real sólo se logra cuando se trabaja con la gente, escuchando sus voces y atendiendo sus necesidades.
- **Sostenibilidad y Cuidado del Ambiente y sus Recursos** El futuro de Veracruz depende de las decisiones que se tomen en el presente sobre el cuidado del medio ambiente, estas deben estar enfocadas en proteger los recursos naturales, mediante la promoción de políticas públicas que equilibren el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental, pensando siempre en las generaciones venideras.

VINCULACIÓN

El proyecto se alinea de manera directa con la visión y objetivos establecidos en el **Plan Veracruzano de Desarrollo 2025-2030**, al contribuir al desarrollo de infraestructura estratégica que favorece la conectividad, la movilidad y la seguridad de las familias veracruzanas, elementos esenciales para elevar la calidad de vida en la región.

Este proyecto se vincula con la misión del PVD, al fortalecer las condiciones para el desarrollo económico y social sostenible, mediante la construcción de infraestructura vial que optimiza el tránsito vehicular, facilita el acceso a servicios y promueve la competitividad regional. Asimismo, se contribuye a potencializar las fortalezas del estado, al mejorar la interconexión con el Aeropuerto Internacional de Veracruz y apoyar el flujo eficiente de bienes y personas, lo que impulsa la actividad económica local y regional.

En cuanto a los principios y valores del PVD, el proyecto se desarrolla bajo los lineamientos de:

- **Legalidad e imparcialidad,** asegurando que todas las acciones cumplan con la normatividad vigente y se orienten al interés público.
- **Responsabilidad y continuidad,** al garantizar que los recursos y actividades del proyecto generen beneficios sostenibles a largo plazo.
- **Transparencia y rendición de cuentas,** mediante la documentación y control de cada etapa de construcción, con información accesible para la ciudadanía.
- **Sostenibilidad y cuidado del ambiente,** al integrar medidas de mitigación de impactos ambientales durante la modernización, promoviendo un equilibrio entre desarrollo económico y preservación ambiental.
- **Bien común y liderazgo,** al priorizar la seguridad vial, la eficiencia del tránsito y el bienestar de los usuarios, fomentando la colaboración entre autoridades, contratistas y sociedad.

En conjunto, la modernización del entronque representa un instrumento tangible para cumplir con los objetivos del PVD 2025-2030, fortaleciendo la infraestructura estratégica del estado, promoviendo el desarrollo sustentable y asegurando que las acciones gubernamentales se realicen con apego a valores, principios y estándares de calidad que favorecen la equidad y el progreso de Veracruz.

3.3.3 Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Reserva Territorial de la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río - Medellín - Alvarado, Veracruz.

El Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Reserva Territorial de la Zona Conurbada de Veracruz, indica las acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento físico y económico a inmediato, corto, mediano y largo plazo de una parcialidad de los centros de población que conforman esta Zona Conurbada, así como también las acciones relativas a regular y ordenar los usos y reservas del suelo por medio de su zonificación.

El PPDU establece estrategias a través de una zonificación del área de estudio donde establece diferentes usos de suelo. De acuerdo con la carta síntesis del PPDU, el proyecto se ubica en el límite de la zona delimitada (área de estudio) para esta Programa Parcial, el entronque con la autopista 150 D.

Referente a los proyectos del PPDU, en temas de infraestructura, establece lo siguiente que encuentra relación con el proyecto:

- *Estrategias de desarrollo de infraestructura*
  - Mejorar la infraestructura carretera para permitir una comunicación más dinámica
  - Aumentar reactivar y mantener las carreteras existentes para desarrollar y ampliar las actividades de la industria petrolera y el turismo

VINCULACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en el límite de la zona delimitada por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU) de la Reserva Territorial de la Zona Conurbada de Veracruz, lo que implica que debe alinearse con las estrategias y lineamientos establecidos en dicho programa.

En este sentido, el PPDU establece acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento físico y económico de la zona, así como la regulación y ordenamiento de los usos del suelo mediante la zonificación. El proyecto guarda relación con las estrategias de desarrollo de infraestructura definidas en el PPDU, particularmente en los siguientes aspectos:

Mejora de la infraestructura carretera: El proyecto permitirá una comunicación más dinámica entre las diferentes vías de la zona conurbada, en línea con el objetivo del PPDU de fortalecer la conectividad vial.

Reactivación y mantenimiento de carreteras existentes: El proyecto contribuirá al desarrollo y ampliación de actividades estratégicas, como la industria petrolera y el turismo, apoyando la reactivación y el mantenimiento de la infraestructura carretera existente tal como lo promueve el PPDU.

De esta manera, la ejecución del proyecto se vincula directamente con los lineamientos de desarrollo y ordenamiento establecidos en el PPDU, promoviendo un desarrollo urbano coherente con la zonificación y las estrategias de infraestructura definidas para la zona.

3.3.4 Plan Municipal de Desarrollo 2022 – 2025 (Medellín de Bravo)

El Plan Municipal de Desarrollo 2022 – 2025 de Medellín de Bravo, se delinea con base a cinco ejes de desarrollo, los cuales son:

- **Eje 1:** Desarrollo Económico y Empleo
- **Eje 2:** Desarrollo Social y Combate a la Pobreza
- **Eje 3:** Seguridad Pública y Estado de Derecho
- **Eje 4:** Desarrollo Urbano, Ecología y Medio Ambiente
- **Eje 5**: Modernización Administrativa

Al respecto, se presenta a continuación los ejes, objetivos, estrategias y líneas de acción que tienen relación con el proyecto:

EJE 1: Desarrollo Económico y Empleo

Comunicaciones

Objetivo: Fortalecer la infraestructura vial

Estrategia: Mejoramiento de la red vial de la cabecera municipal

Líneas de acción:

- Pavimentación de calles y avenidas de la cabecera municipal
- Ampliación y mantenimiento de las calles y avenidas de la cabecera municipal

EJE 4: Desarrollo Urbano, Ecología y Medio Ambiente

Medio Ambiente

Objetivo: Reducir la contaminación por basura

Estrategia: Manejo eficiente de los residuos sólidos

Línea de acción:

- Realizar mediante campañas, la concientización de la separación de los desechos para su aprovechamiento y disposición final. Realizando pláticas en las escuelas primarias, fomentando una cultura de educación ambiental desde la educación básica
- Difundir entre la población los lineamientos marcados en el reglamento de limpia

VINCULACIÓN

El proyecto contribuye a la ampliación y mantenimiento de calles y avenidas, mejorando la conectividad y la eficiencia del tránsito vehicular, lo que fortalece la infraestructura vial del municipio y apoya el desarrollo económico local.

Líneas de acción vinculadas: Durante la ejecución del proyecto se implementarán acciones de gestión y segregación de residuos sólidos, incluyendo campañas de concientización y difusión de lineamientos ambientales, alineadas con las estrategias del Plan Municipal para fomentar la educación ambiental y el manejo responsable de los desechos.

De esta manera, el proyecto no solo fortalece la infraestructura vial y la conectividad de Medellín de Bravo, sino que también promueve prácticas responsables de manejo de residuos, contribuyendo al desarrollo económico y urbano, así como a la preservación del medio ambiente, conforme a lo previsto en el Plan Municipal de Desarrollo.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas

3.4.1 En metería de contaminación por ruido

3.4.1.1 Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Objeto: Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Campo de aplicación: La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel. En Tabla 12 se muestra la vinculación con la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Tabla 12. Vinculación con la NOM-080-SEMARNAT-1994

Numeral	Vinculación
Numeral 5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla. **Peso Bruto Vehicular (Kg)** / **Límites Máximos Permisibles dB(A)** Hasta 3000 / 86 Más 3,000 y hasta 10,000 / 92 Más de 10,000 / 99	El acarreo de materiales durante las actividades del proyecto se llevará a cabo con el uso de camiones de volteo, camionetas y otra maquinaria móvil. Estas fuentes móviles generarán emisiones sonoras que, en determinados puntos y horarios, podrían impactar a la población y al entorno. Para evitar la generación de ruido por las fuentes móviles se implementarán las siguientes medidas: ♦ Mantenimiento preventivo de unidades o Efectuar revisiones periódicas a motores, sistemas de escape, frenos y partes móviles para minimizar el ruido por desgaste o mal funcionamiento. o Sustituir piezas defectuosas que generen ruidos anormales ♦ Capacitación y buenas prácticas de operación.

Numeral	Vinculación
	○ Capacitar a los operadores para evitar aceleraciones innecesarias, uso excesivo del claxon y maniobras bruscas que incrementen el ruido. ♦ Monitoreo y verificación ○ Realizar mediciones de ruido en puntos estratégicos para verificar el cumplimiento con la **NOM-080-SEMARNAT-1994.** ○ Ajustar las medidas de control en función de los resultados del monitoreo.

3.4.1.2 Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.

Para determinar el ruido perimetral en una obra de construcción se utiliza el procedimiento para evaluar el ruido hacia el ambiente establecido por la NOM-081-SEMARNAT-1994, para esto es recomendable utilizar equipo de Clase 1 o 2, calibrado por un laboratorio acreditado, y realizar mediciones en diferentes puntos del perímetro para obtener datos precisos. Con esta breve introducción se fundamentó por qué se vincula con esta NOM.

Objeto: Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.

Campo de aplicación: Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. En la Tabla 13 se muestra la vinculación con esta norma.

Tabla 13. Vinculación con la NOM-081-SEMARNAT-1994.

Numeral	Vinculación
Numeral 5.4 Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitidos por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla.	Durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un reconocimiento de las fuentes generadoras de ruido, identificando los puntos y horarios críticos en los que se registren los niveles más altos. Con base en esta información, se implementarán medidas de control orientadas a minimizar el impacto acústico sobre la población y el entorno. Las medidas propuestas para regular el ruido son las siguientes: ♦ Planificación de actividades ruidosas ○ Programar las labores con mayor emisión de ruido horarios permitidos por la normatividad. ♦ Uso de maquinaria y equipo en buen estado. ○ Realizar mantenimiento preventivo y correctivo para reducir vibración y ruido innecesarios. ○ En la medida de los posible y en caso de aplicar la constructora deberá instalar silenciadores y sistemas de amortiguamiento en motores y escapes. ♦ Implementación de barreras acústicas. ○ En la medida de lo posible y si fuese posible la constructora deberá colocar pantallas temporales o lonas fonoabsorbentes alrededor de las áreas de mayor generación de ruido. ♦ Monitoreo continuo de niveles de ruido. ○ Realizar mediciones periódicas en puntos fijos y perimetrales para verificar el cumplimento de la NOM-081-SEMARNAT-1994. ♦ Capacitación del personal ○ Sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia de reducir el ruido. ○ Capacitar en el uso adecuado de la maquinaria y en prácticas de operación silenciosas.

Zona	Horario	LMP dB (A)
Residencial 1 (exteriores)	6:00 a 22:00 22:00 a 6:00	55 50
Industrias y comercios	6:00 a 22:00 22:00 a 6:00	68 65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festividades y eventos de entretenimiento	4 horas	100

3.4.1.3 Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Objetivo: Establecer las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Campo de aplicación: Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo[4] en los que exista exposición del trabajador a ruido. En la Tabla 14 se muestra la vinculación con esta norma.

Tabla 14. Vinculación con la NOM-011-STPS-2001.

Numeral	Vinculación
Numeral 5.2. Contar con el reconocimiento y evaluación de todas las áreas del centro de trabajo donde haya trabajadores y cuyo NSA sea igual o superior a 80 dB(A), incluyendo sus características y componentes de frecuencia, conforme a lo establecido en los apéndices B y C.	Dentro del área donde se llevarán a cabo los trabajos de modernización se elaborará un reconocimiento de las áreas donde el nivel de ruido sea igual o superior a los 80 dB(A). Este reconocimiento debe incluir las características y componentes de frecuencia de acuerdo a lo establecido en los apéndices B y C de la NOM-011-STPS-2001.
Numeral 5.3. Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos en el Apéndice A. En ningún caso, debe haber exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB(A).	Se verificará que ningún trabajador se exponga a niveles sonoros que excedan los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos en el Apéndice A de la norma aplicable. Para ello, se realizarán mediciones periódicas de Nivel Sonoro Ambiental (NSA) en las áreas de trabajo, asegurando que, en ningún caso, un trabajador esté expuesto sin equipo de protección auditiva a niveles superiores a 105 dB(A). Cuando el NSA registrado sea igual o superior a 85 dB(A), se proporcionará a todos los trabajadores equipo de protección personal auditiva conforme a lo establecido en la NOM-017-STPS-1993, garantizando su uso adecuado mediante capacitación y supervisión continua. Esta integración asegura que, además de mantener los niveles de exposición dentro de los límites permisibles, se brinde protección auditiva preventiva a partir de los 85 dB(A), reforzando así la seguridad y salud de los trabajadores expuestos al ruido.
Numera 5.4. Proporcionar el equipo de protección personal auditiva, de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS-1993, a todos los trabajadores expuestos a NSA igual o superior a 85 dB(A).	
Numeral 5.5. El programa de conservación de la audición aplica en las áreas del centro de trabajo donde se encuentren trabajadores expuestos a niveles de 85 dB(A) y mayores.	En las áreas del centro de trabajo donde se identifique que los trabajadores están expuestos a niveles de ruido iguales o superiores a 85 dB(A), se aplicará el Programa de Conservación de la Audición. Este programa será implantado, conservado y mantenido actualizado conforme a lo establecido en el capítulo 8 de la norma, con el objetivo de prevenir y controlar las alteraciones auditivas derivadas de la exposición ocupacional al ruido. Como parte esencial del programa, se vigilará de manera periódica la salud auditiva de los trabajadores expuestos, realizando evaluaciones audiométricas y otros exámenes pertinentes. Los resultados serán comunicados individualmente a cada trabajador, garantizando que tengan conocimiento de su estado de salud y de las medidas preventivas o correctivas necesarias).
Numeral 5.6. Implantar, conservar y mantener actualizado el programa de conservación de la audición, necesario para el control y prevención de las alteraciones de la salud de los trabajadores, según lo establecido en el capítulo 8.	
Numeral 5.7. Vigilar la salud de los trabajadores expuestos a ruido e informar a cada trabajador sus resultados.	
Numeral 7.1. Los límites máximos permisibles de exposición a ruido se establecen en el Apéndice A. **NER** / **TMPE** 90 dB (A) / 8 horas 93 dB (A) / 4 horas 96 dB (A) / 2 horas	En cumplimiento con lo dispuesto en el numeral 7.1, se adoptarán los Límites Máximos Permisibles de Exposición a Ruido establecidos en el Apéndice A de la norma, los cuales determinan el tiempo máximo de exposición diaria en función del Nivel de Exposición a Ruido (NER) medido en decibeles ponderados A [dB(A)].

[4] De acuerdo con el numeral **4.3 de la NOM-031-STPS-2011**, un **centro de trabajo** son las **áreas donde** se realizan las **obras de construcción**, por lo tanto, el sitio donde se llevará la construcción de las gazas, es considerado un centro de trabajo.

Numeral		Vinculación
99 dB (A)	1 hora	
102 dB (A)	30 minutos	
105 dB (A)	15 minutos	

3.4.2 En materia de emisiones a la atmósfera

3.4.2.1 Norma Oficial Mexicana 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.

Objeto y campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, **a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.** En la Tabla 15 se muestra la vinculación de esta NOM con el proyecto.

Tabla 15. Vinculación con la NOM-041-SEMARNAT-2015.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Numeral 4.2.1. Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.
<table>
<tr><th rowspan="2" colspan="2">Concepto</th><th colspan="2">Año modelo vehicular</th></tr>
<tr><th>1990 y anteriores</th><th>1991 y posteriores</th></tr>
<tr><td colspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</td><td>350</td><td>100</td></tr>
<tr><td colspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</td><td>2.5</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Óxidos de nitrógeno (NOX ppm)</td><td>2500</td><td>1500</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Dilución (CO + CO_2 % vol.)</td><td>Min.</td><td>13</td><td>13</td></tr>
<tr><td>Max</td><td>16.5</td><td>16.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Factor lambda Máx.</td><td>1.05</td><td>1.05</td></tr>
</table>
Numeral 4.2.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el Método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la</td><td>Durante la ejecución del proyecto se emplearán autos utilitarios de gasolina para el traslado de personal y apoyo logístico. En atención a la presente Norma Oficial Mexicana, se observa que el numeral 4.2.1 establece los límites máximos permisibles de emisiones en prueba dinámica (HC, CO, O_2, NOx), los límites de dilución ($CO+CO_2$) y el Factor Lambda, diferenciando por año-modelo (1990 y anteriores; 1991 y posteriores) conforme a la TABLA 1. De manera complementaria, el numeral 4.2.2 fija los límites máximos permisibles en prueba estática conforme al procedimiento de medición de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya, igualmente por año-modelo, según la TABLA 2 y de acuerdo con su transitorio quinto. En consecuencia, todo vehículo utilitario a gasolina que ingrese y opere en el proyecto deberá acreditar el cumplimiento de los límites aplicables a su año-modelo bajo el método de prueba que corresponda (dinámica o estática), incluyendo que el Factor Lambda ≤ 1.05 y que la dilución ($CO+CO_2$) se mantenga dentro de los mínimos y máximos establecidos en las tablas citadas. Para los modelos 1991 y posteriores se observarán los límites más estrictos (p. ej., HC 100 hppm y CO 1.0 % vol.), mientras que para 1990 y anteriores aplican los valores establecidos para ese grupo (p. ej., HC 350–400 hppm y CO 2.5–3.0 % vol., según el método de prueba), además de NOx 1500 ppm (dinámica) / 100 ppm (estática) y los rangos de O_2 (2.0 % vol.) y diluciones correspondientes.
Para asegurar lo anterior, se deberán a cabo las siguientes medidas:

Control de acceso vehicular: exigir constancia vigente de verificación/inspección y/o reporte de prueba que demuestre cumplimiento de los límites del numeral 4.2.1 (dinámica) o 4.2.2 (estática), según corresponda.
Mantenimiento preventivo: programa semestral de afinación, revisión de sistema de ignición, combustible y control de emisiones; prohibición de remover o anular convertidores catalíticos y sistemas de control.
Operación limpia: minimizar ralentí (tiempos de motor al ralentí), programar rutas para evitar congestión y picos de emisiones; uso de gasolina conforme a especificación vigente.
Monitoreo y trazabilidad: bitácora de vehículos con año-modelo, tipo de prueba aplicada, resultados de HC, CO, O_2,
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente Norma Oficial Mexicana y serán aplicables de acuerdo al transitorio quinto de la misma.
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Concepto</th><th colspan="2">Año modelo vehicular</th></tr>
<tr><th>1990 y anteriores</th><th>1991 y posteriores</th></tr>
<tr><td colspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</td><td>400</td><td>100</td></tr>
<tr><td colspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</td><td>3.0</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Óxidos de nitrógeno (NOX ppm)</td><td>400</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Dilución (CO + CO_2 % vol.)</td><td>Min.</td><td>13</td><td>12</td></tr>
<tr><td>Max</td><td>16.5</td><td>16.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Factor lambda Máx.</td><td>1.05</td><td>1.05</td></tr>
</table></td><td>NOx, dilución y Factor Lambda, y acciones correctivas cuando proceda.
♦ Acción correctiva: retiro temporal de operación de cualquier unidad que exceda los límites, hasta demostrar su corrección y nuevo cumplimiento.
Con estas acciones, el proyecto garantiza que la flota utilitaria a gasolina opere dentro de los límites de emisiones establecidos en los numerales 4.2.1 y 4.2.2, mitigando impactos a la calidad del aire y cumpliendo la normatividad aplicable.</td></tr>
</table>

3.4.2.2 Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Objetivo y campo de aplicación: La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. **Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.** En la Tabla 16 se muestra la vinculación del proyecto con la NOM-045-SEMARNAT-2017.

Tabla 16. Vinculación con la NOM-045-SEMARNAT-2017.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Numeral 4.1. Los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año -modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kg, es el establecido en la TABLA 1.
TABLA 1. LMP de opacidad de humo en función de año – modelo del vehículo y cuyo peso vehicular sea de hasta 3,856 kg
<table>
<tr><th>Año - modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m^{-1})</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>2003 y anteriores</td><td>2.00</td><td>57.68</td></tr>
<tr><td>2004 y posteriores</td><td>1.5</td><td>47.53</td></tr>
</table></td><td>Durante la ejecución del proyecto se utilizará maquinaria pesada equipada con motores a diésel para actividades de excavación, carga, compactación y acarreo. Si bien en México las emisiones de la maquinaria móvil no de carretera carecen actualmente de una Norma Oficial Mexicana vigente que regule de manera específica sus límites máximos de emisiones, el PROY-NOM-174-SEMARNAT-2024 propone establecer dichos límites para motores diésel en el rango de 19 a 560 kW. Sin embargo, mientras este proyecto no entre en vigor, no es jurídicamente procedente aplicar de forma obligatoria y por analogía la NOM-041-SEMARNAT —que regula emisiones de vehículos automotores en circulación—, ya que la supletoriedad prevista en el artículo 2 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo (LFPA) y su remisión al Código Federal de Procedimientos Civiles (CFPC) opera únicamente en el ámbito procedimental, no para extender el ámbito material de una NOM.
No obstante, lo anterior de manera voluntaria y como buena práctica ambiental, se tomarán como referencia los límites establecidos en los</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr>
<td>Numeral 4.2. Los límites máximos permisibles de emisión del humo, proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación, equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3,856 kg, son los establecidos en la TABLA 2.
TABLA 2. LMP de opacidad de humo en función de año – modelo del vehículo y cuyo peso vehicular sea mayor 3,856 kg
<table>
<tr><th>Año - modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m-1)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>1997 y anteriores</td><td>2.25</td><td>61.99</td></tr>
<tr><td>1998 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
</td>
<td>numerales 4.1 y 4.2 de la NOM-041-SEMARNAT, aplicables a vehículos a diésel, a fin de establecer criterios internos de control:
♦ Numeral 4.1: Para unidades con peso bruto vehicular de hasta 3,856 kg, los límites máximos permisibles de opacidad del humo son:
○ 2003 y anteriores: 2.00 m^{-1} de coeficiente de absorción de luz (57.68 % opacidad).
○ 2004 y posteriores: 1.50 m^{-1} (47.53 % opacidad).
♦ Numeral 4.2: Para unidades con peso bruto vehicular mayor a 3,856 kg, los límites máximos permisibles son:
○ 1997 y anteriores: 2.25 m^{-1} (61.99 % opacidad).
○ 1998 y posteriores: 1.50 m^{-1} (47.53 % opacidad).
En consecuencia, las acciones de control para la maquinaria diésel incluirán:
♦ Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas de inyección, filtros de aire y sistemas de escape.
♦ Prohibición de modificaciones que alteren el desempeño del sistema de control de emisiones.
♦ Verificación voluntaria de opacidad antes de la puesta en operación de cada equipo, tomando como referencia los límites indicados.
♦ Registro documental de mantenimientos, verificaciones y correctivos aplicados a cada máquina.
Con esta medida, el proyecto no solo previene impactos a la calidad del aire durante su ejecución, sino que anticipa el cumplimiento futuro con los parámetros que establezca la PROY-NOM-174-SEMARNAT-2024 una vez que entre en vigor.</td>
</tr>
</table>

3.4.2.3 Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Objetivo: Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Campo de aplicación: Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores límite establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población. En la Tabla 17 se muestra la vinculación del proyecto con esta NOM.

Tabla 17. Vinculación con la NOM-025-SSA1-2021.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr>
<td>Numeral 4.1. Cumplimiento gradual de los valores límite para las concentraciones ambientales de las PM10 y PM2.5 (ver Tabla 1):
Tabla 1. Cumplimiento gradual para los valores límite de PM10 y PM2.5 en el aire ambiente
<table>
<tr><th>Concepto</th><th colspan="4">Elemento</th></tr>
<tr><td>Contaminante</td><td colspan="2">PM_{10} ($\mu g/m^3$)</td><td colspan="2">$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)</td></tr>
<tr><td>Concentración</td><td>24 h</td><td>Anual</td><td>24 h</td><td>Anual</td></tr>
<tr><td>Año 1ª</td><td>70</td><td>36</td><td>41</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Año 3ª</td><td>60</td><td>28</td><td>33</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Año 5ª</td><td>50</td><td>20</td><td>25</td><td>10</td></tr>
</table>
</td>
<td>La generación de material particulado (PM2.5 y PM10) durante la ejecución del proyecto, representa un impacto ambiental potencial significativo, derivado de actividades como el acarreo y manejo de materiales pétreos, el movimiento de tierras, la apertura y nivelación de frentes de obra.
Para mitigar dicho impacto, la constructora deberá implementar un Programa Anual de Monitoreo de Polvos Perimetrales, el cual deberá contener un calendario detallado de fechas para la realización de análisis periódicos de concentración de partículas suspendidas en el ambiente. Este programa deberá especificar las metodologías de muestreo, los equipos a utilizar y los parámetros de calidad del aire a evaluar,</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>a. Los años se contarán a partir de la entrada en vigor de esta Norma.
Nota: Las concentraciones están en condiciones locales de temperatura y presión.</td><td rowspan="4">en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente (por ejemplo, la NOM-025-SSA1-2021).

Los puntos de muestreo deberán ubicarse estratégicamente en la periferia del polígono de intervención del proyecto, priorizando las zonas donde se identifiquen mayores niveles de exposición humana. Además, se deberá establecer un sistema de registro y análisis de datos que permita evaluar tendencias, identificar desviaciones y aplicar medidas correctivas en caso de excedencias a los límites permisibles.
Como complemento a lo anterior, se proponen en las siguientes medidas para controlar las emisiones de material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}):
♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización.
♦ El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión.
Para mayor información sobre estas medidas de mitigación revisar el capítulo 6 de la MIA-P.</td></tr>
<tr><td>Numeral 4.2.1.1 En cada sitio de monitoreo, la concentración promedio de 24 horas de PM10 y PM2.5 deberán ser enteros, sin decimal. Para este efecto el valor será redondeado. Si el decimal es un número entre 0 y 4 el valor entero no se incrementa; si es mayor, se redondea al inmediato superior.</td></tr>
<tr><td>Numeral 4.2.1.2 La concentración promedio anual o trimestral para PM10 y PM2.5 deberá ser enteros sin decimal. Para este efecto el valor será redondeado. Si el decimal es un número entre 0 y 4 el valor entero no se incrementa; si es mayor, se redondea al inmediato superior</td></tr>
<tr><td>Numeral 4.2.2 Requerimientos de suficiencia de datos (ver Tabla 2).

<table>
<tr><th>Concen-tración</th><th>Requerimiento</th></tr>
<tr><td>Promedio de 24 horas</td><td>Para el monitoreo automático o con métodos equivalentes, el cálculo del promedio aritmético de 24 horas (de la 0 a las 23 horas) requerirá un mínimo del 75 % de las concentraciones horarias válidas (18 registros).
Para el muestreo por el método gravimétrico (método de referencia), la medición se realiza en periodos de 24 horas, de la 0 a las 23 horas con una frecuencia de cada 6 días y éste se considera como dato diario.
Para asegurar la representatividad de los datos en el año calendario, es necesario contar con al menos tres trimestres válidos que cumplan con el número de muestras o registros y el cálculo incluirá a todos los registros del año. En caso contrario no podrá evaluarse el cumplimiento de este indicador.</td></tr>
<tr><td>Anual</td><td>Se requiere de un mínimo de datos en un año calendario. Este mínimo se evalúa a partir de la cantidad de muestras o registros válidos en 24 horas, obtenidos en cada uno de los cuatro trimestres del año (ver Tabla 3). Para cada trimestre se requerirá un mínimo de 75 % de muestras o registros válidos.
Para asegurar la representatividad de los datos en el año calendario, es necesario contar con al menos tres trimestres válidos que cumplan con el número de muestras o registros y el cálculo incluirá a todos los registros del año. En caso contrario no podrá evaluarse el cumplimiento de este indicador.</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

3.4.2.4 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población

Objetivo: Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de dióxido de azufre en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Campo de aplicación: Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las autoridades en sus diferentes órdenes de gobierno que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores e indicadores establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población. En la Tabla 18 se muestra la vinculación de la NOM en estudio con respecto al proyecto.

Tabla 18. Vinculación con la NOM-022-SSA1-2019.

Numeral	Vinculación
Numeral 5.1.1. Valor límite de 1 hora: 0.075 ppm (196.5 $\mu g/m^3$) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales, obtenidos de los máximos diarios, calculado como se especifica en el Apéndice A Normativo.	Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán combustibles fósiles como gasolina y diésel como fuentes de energía para el uso de autos utilitarios, maquinaria, camiones de carga, entre otros, por lo tanto, se tendrán emisiones de dióxido de azufre (SO_2) la cuales deben ser monitoreadas para no exceder los límites de 1 hora: 0.075 ppm (196.5 $\mu g/m^3$) o en su caso el valor límite de: 0.04 ppm (104.8 $\mu g/m^3$). Para esto la constructora encargada de ejecutar el proyecto deberá establecer un programa de monitoreo para medir la concentración de Dióxido de Azufre (SO_2), los puntos de muestreo deberán ubicarse estratégicamente en la periferia del polígono de intervención del proyecto, priorizando las zonas donde se identifiquen mayores niveles de exposición humana, con esto se establecerá una línea base de concentración de este contaminante.
Numeral 5.1.2. Valor límite de 24 horas: 0.04 ppm (104.8 $\mu g/m^3$) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas, calculado como se especifica en el Apéndice A Normativo.	

3.4.2.5 Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Objetivo: Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Campo de aplicación: Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores límite establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población. En la Tabla 19 se muestra la vinculación con esta NOM´s.

Tabla 19. Vinculación con la NOM-023-SSA1-2021.

Numeral	Vinculación
Numeral 5.1 Valores límite para la concentración ambiental de dióxido de nitrógeno (Tabla 1): **Tabla 1. Valores límite de NO_2 en el aire ambiente** Concepto | Elemento: De 1 hora | Anual NO_2 ($\mu g/m^3$) | 200 | 400 NO2 (ppm) | 0.106 | 0.021	Durante la ejecución del proyecto se ocuparán combustibles fósiles como el diésel como fuente de energía para el uso de maquinaria, camiones de carga, entre otros, por lo tanto, se tendrán emisiones de dióxido de nitrógeno NO2, los cuales deben ser monitoreados para no exceder los límites de 1 hora: 200 μg/m3 (0.106 ppm) o en su caso anual: 400 μg/m3 (0.021 ppm). Para esto la empresa encargada de los trabajos de modernización establecerá un programa de monitoreo para medir la concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2), los puntos de muestreo deberán ubicarse estratégicamente en la periferia del polígono de intervención del proyecto, priorizando las zonas donde se identifiquen mayores niveles

Numeral	Vinculación
	de exposición humana, con esto se establecerá una línea base de concentración de este contaminante.

3.4.2.6 Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Objetivo: Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límite de concentración de ozono en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Campo de aplicación: Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia el valor límite establecido en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población. En la Tabla 20 se muestra la vinculación del proyecto con la Norma en análisis.

Tabla 20. Vinculación con la NOM-020-SSA1-2021.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Numeral 5.1 Valores límite para la concentración ambiental de O_3 (ver Tabla 1):
Tabla 1. Cumplimiento gradual para valores límite de O3 en el aire ambiente
<table>
<tr><th rowspan="2">Concepto</th><th colspan="2">Elemento</th></tr>
<tr><th>1 hora</th><th>8 horas</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Año 1ª</td><td>176 µg/ m³</td><td>127 µg/ m³</td></tr>
<tr><td>0.090 ppm</td><td>0.065 ppm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Año 3ª</td><td>176 µg/ m³</td><td>118 µg/ m³</td></tr>
<tr><td>0.090 ppm</td><td>0.060 ppm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Año 5ª</td><td>176 µg/m³</td><td>100 µg/ m³</td></tr>
<tr><td>0.090 ppm</td><td>0.051 ppm</td></tr>
</table></td><td>Si bien la generación de ozono no es resultado directo de la quema de combustibles fósiles (Gasolina – Diesel), sin embargo, si se forma como resultado de la combustión.
Cuando se utiliza gasolina o Diesel como fuente de combustible, se liberan contaminantes como:
♦ Óxidos de nitrógeno (NO_X)
♦ Compuestos orgánicos volátiles (COVs)
Estos dos tipos de contaminantes en presencia de luz solar reacciona en la atmosfera y forman ozono troposférico.
Bajo esta directriz, en la ejecución del proyecto se requerirá utilizar combustibles fósiles como fuente de energía, por lo tanto, contribuirá a la generación ozono troposférico, entre las medidas para reducir la generación de este contaminante, se tiene las siguientes:
♦ Uso de maquinaria y vehículos bajas emisiones de NOx, en los casos que se aplique.
♦ Realizar mantenimientos periódicos para asegurar la eficiencia de combustión y reducir las emisiones contaminantes.
♦ Minimizar el uso de solventes, punturas o adhesivos con alto contenido de COV´s.
♦ Almacenar combustibles en recipientes cerrados y evitar recargas durante horas de alta radiación solar.
♦ Evitar actividades altamente emisoras (como uso intenso de maquinaria) en horas de alta radiación solar (11:00 a 16:00), donde se favorece la formación de ozono.</td></tr>
</table>

a Los años se contarán a partir de la entrada en vigor de la NOM.
Nota: Los valores límite están establecidos a condiciones de referencia, temperatura de 25°C (298K) y 1 atm de presión (101.3 kPa).

3.4.2.7 Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Objetivo: Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Campo de aplicación: Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores límite establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población. En la Tabla 21 se muestra la vinculación con esta ley en análisis.

Tabla 21. Vinculación con la NOM-021-SSA1-2021.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Numeral 5.1 Valores límite para la concentración ambiental de monóxido de carbono (Tabla 1):
Tabla 1.
<table>
<tr><th rowspan="2">Concepto</th><th colspan="2">Elemento</th></tr>
<tr><th>1 hora</th><th>8 horas</th></tr>
<tr><td>CO (μg/m³)</td><td>30,000</td><td>26</td></tr>
<tr><td>CO (ppm)</td><td>10,000</td><td>9</td></tr>
</table></td><td>Durante la etapa constructiva se utilizarán combustibles fósiles como gasolina y diésel como fuentes de energía para el uso de autos utilitarios, maquinaria, camiones de carga, entre otros, por lo tanto, se tendrán emisiones de Monóxido de Carbono (CO) la cuales deben ser monitoreadas para no exceder los límites de 1 hora: 9 ppm (30000 μg/m³) o en su caso los límites para 8 horas: 0.04 ppm (104.8 μg/m³).
Para esto la constructora encargada de ejecutar el proyecto deberá establecer un programa de monitoreo para medir la concentración de Monóxido de Carbono (CO), los puntos de muestreo deberán ubicarse estratégicamente en la periferia del polígono de intervención del proyecto, priorizando las zonas donde se identifiquen mayores niveles de exposición humana, con esto se establecerá una línea base de concentración de este contaminante.
Dentro de las medidas propuesta para la reducción de las emisiones de CO se proponen las siguientes:
♦ Uso de maquinaria de baja emisiones.
♦ Realizar servicios mecánicos y afinaciones regulares para evitar combustión incompleta.
♦ Verificar el buen estado de filtros, inyectores y sistemas de escape.
♦ Utilizar diésel ultra bajo en azufre.</td></tr>
</table>

Nota: Los valores límite están establecidos a condiciones de referencia, temperatura de 25°C (298K) y 1 atm de presión (101.3 kPa).

3.3.3 En materia de residuos

3.3.3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.

Objetivo: Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

Campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

En la Tabla 22 se muestra la vinculación del proyecto con la NOM.

Tabla 22. Vinculación con la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Numeral	Vinculación
Numeral 6.2 Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados: ♦ **Listado 1:** Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica. ♦ **Listado 2:** Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. ♦ **Listado 3:** Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos). ♦ **Listado 4:** Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos). ♦ **Listado 5:** Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.	Por la naturaleza de las actividades a ejecutar se prevé la generación de residuos peligrosos, para esto deberá identificarse la fuente especifica de generación, así como clasificar cada uno de los residuos generados ya sea por estado físico o característica CRETIB y cumplir con cada una de las obligaciones de la LGPGIR y su respectivo reglamento. En las áreas donde se lleven cabo las diferentes actividades del proyecto, se colocarán contenedores temporales para la disposición de los residuos peligros, y al finalizar la jornada laboral o de acuerdo al criterio del responsable de medio ambiente serán trasladados al almacén temporal de residuos donde un periodo no mayor a 6 meses deberá ser recolectados por una empresa autorizada por la autoridad competente para dicha actividad. Asimismo, La gestión de estos residuos se realizará conforme a la normatividad aplicable, en particular lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento. Esto incluye: **1.** Identificación y clasificación adecuada de los residuos peligrosos. **2.** Almacenamiento temporal en sitios seguros, impermeables y debidamente señalizados, con contención secundaria. **3.** Contratación de empresas autorizadas por la SEMARNAT para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. **4.** Registro de bitácoras de generación y manifiestos de entrega-recepción, como parte del cumplimiento de obligaciones legales. Estas acciones aseguran que los residuos peligrosos no representen un riesgo para el medio ambiente ni para la salud humana durante el desarrollo del proyecto.
Numeral 7.1 El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas en los numerales 7.2 a 7.7 de esta Norma Oficial Mexicana: - Corrosividad - Reactividad - Explosividad - Toxicidad Ambiental - Inflamabilidad - Biológico-Infecciosa	

3.3.3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que Establece Los Criterios Para Clasificar A Los Residuos De Manejo Especial Y Determinar Cuales Están Sujetos A Plan De Manejo; El Listado De Los Mismos, El Procedimiento Para La Inclusión O Exclusión A Dicho Listado; Así Como Los Elementos Y Procedimientos Para La Formulación De Los Planes De Manejo.

Objetivo: La presente Norma Oficial Mexicana tiene los siguientes objetivos:

- Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión de otros Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley.
- Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos.
- Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión o exclusión del Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.
- Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.
- Establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del Listado de la presente Norma.

Campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:

- Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.
- Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.
- Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.

En la Tabla 23 se muestra la vinculación con la norma en análisis.

Tabla 23. Vinculación con la NOM-161-SEMARNAT-2011

Numeral	Vinculación
Numeral 6. Para que las Entidades Federativas soliciten la clasificación de manejo especial para uno o varios residuos, se deberá cumplir con el criterio establecido en el 6.1 ó 6.2, pero invariablemente deberá cumplirse con el criterio establecido en el 6.3.	En el Estado de Veracruz, la gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial se encuentra regulada por la **Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave**, la cual establece las definiciones y lineamientos aplicables en la materia. ♦ **Residuos de manejo especial:** son aquellos generados en procesos productivos que no cumplen con las características para clasificarse como peligrosos conforme a la normatividad ambiental vigente, ni como residuos sólidos urbanos; asimismo, se incluyen los residuos producidos por macrogeneradores de residuos urbanos. En el marco de las actividades relacionadas con el proyecto, se generarán residuos de manejo especial tales como: sobrantes de carpeta asfáltica, concreto, piezas de madera, señalética en desuso, trafitambos, entre otros. Para su adecuada disposición, se implementará una **gestión integral de residuos**, que incluirá: 1. Identificación de los puntos de generación. 2. Colocación de contenedores debidamente rotulados para la segregación de cada tipo de residuo. 3. Traslado de los residuos acumulados a almacenes temporales. 4. Recolección y disposición final por parte de empresas autorizadas. De manera complementaria, se llevará el control documental mediante **bitácoras de generación** y **manifiestos de entrega-recepción**, garantizando así la trazabilidad y cumplimiento de la normativa aplicable.
Numeral 6.1 Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.	
Numeral 6.2 Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.	De acuerdo con la **Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave** un residuo solido urbano es: *El generado en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; o que **provienen de cualquier otra actividad que genere residuos con características domiciliarias**; así como los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de manejo especial.* Dentro de las actividades que contempla el proyecto se prevé la generación de RSU como papel, basura en general, etc., estos serán recolectados a lo largo del frente de trabajo y colocados en contenedores para que después sean recolectados por el servicio de limpia municipal.

3.4.4 En materia de flora y fauna

3.4.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma. En la Tabla 24 se muestra la vinculación con la NOM.

Tabla 24. Vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Numeral	Vinculación
Numeral 5.1 La lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces, Plantas y Reptiles.	Para determinar si existe especies dentro del área del proyecto bajo una categoría establecida en el anexo Normativo III se realizaron nuestros, estos dieron los siguientes resultados.
Numeral 5.2 La lista se publica como Anexo Normativo III de la presente Norma Oficial Mexicana.	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010
CLASE REPTILIA							
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo		Nativa	-	Pr
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde		Nativa	-	Pr
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		Nativa	-	SC
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche Mexicano		Nativa	Endémica	SC
Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata		Nativa	-	A
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-invasora	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R, MI	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC

Numeral	Vinculación

Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC
CLASE MAMMALIA							
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC

Vegetación (localizado en el área del proyecto):

Listado de vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM
Magnoliopsida	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)

Vinculación

Esta norma tiene como objetivo identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre en riesgo, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para aquellas personas físicas o morales que propongan la inclusión, exclusión o reclasificación de dichas especies o poblaciones en alguna de las categorías de riesgo.

En el contexto de este estudio ambiental, se llevaron a cabo muestreos exhaustivos a nivel del área del proyecto, su área de influencia y el sistema ambiental circundante. Los resultados específicos del área del proyecto se detallan en la Tabla 24.

Estos muestreos permitieron establecer medidas de mitigación diseñadas para minimizar los impactos sobre las especies identificadas, entre las cuales se incluyen:

- Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
- Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia.

Adicionalmente, la construcción de la gaza 1 se realizará completamente dentro del Derecho de Vía (DDV) existente. Para las gazas 2 y 3, se **afectará vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 0.74 ha.** La implementación de estas medidas, en su conjunto, busca evitar la afectación significativa a la flora y fauna en el sitio del proyecto, garantizando la protección de la biodiversidad local.

3.3.5 En materia de suelo

3.3.5.1 Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Objetivo: Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la Tabla 25 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos incluidos en la tabla.

Los productos asociados a los derrames de hidrocarburos, para los que se establecen límites máximos permisibles de contaminación en suelos, se enlistan en la Tabla 25.

Tabla 25. Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante.

Producto contaminante	Hidrocarburos				
	Fracción pesada	Fracción Media	HAP	Fracción ligera	BTEX
Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		
Queroseno		X	X		
Creosoto		X	X		
Gazavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

Los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos se en presenta en la Tabla 26 y la Tabla 27.

Tabla 26. Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo.

Fracción de Hidrocarburos	Uso de suelo predominante (mg/kg base seca)			Método Analítico
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2008
Media	1200	1200	5000	NMX-AA-145-SCFI-2008
Pesada	3000	3000	6000	NMX-AA-134-SCFI-2006

Nota 1:

1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarles el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrado.

Tabla 27. Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo.

Fracción de Hidrocarburos	Uso de suelo predominante (mg/kg base seca)			Método Analítico
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Benceno	6	6	15	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	400	100	NMX-AA-141-SCFI-2007

Fracción de Hidrocarburos	Uso de suelo predominante (mg/kg base seca)			Método Analítico
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Etilbenceno	10	10	25	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Benzo[a]pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Dibenzo[a,h]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[a]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[b]fluoranteno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[k]fluoranteno	8	8	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Indeno(1,2,3-cd) pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008

Nota 2:

1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarles el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrado.

En el caso de fugas o derrames, la caracterización se debe realizar después de haber tomado las medidas de urgente aplicación. Para ayudar la compresión de lo numerales establecidos, la NOM- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, propone una Diagrama General de Muestreo para la Caracterización de un Sitio Contaminado, se puede observar en la Figura 10.

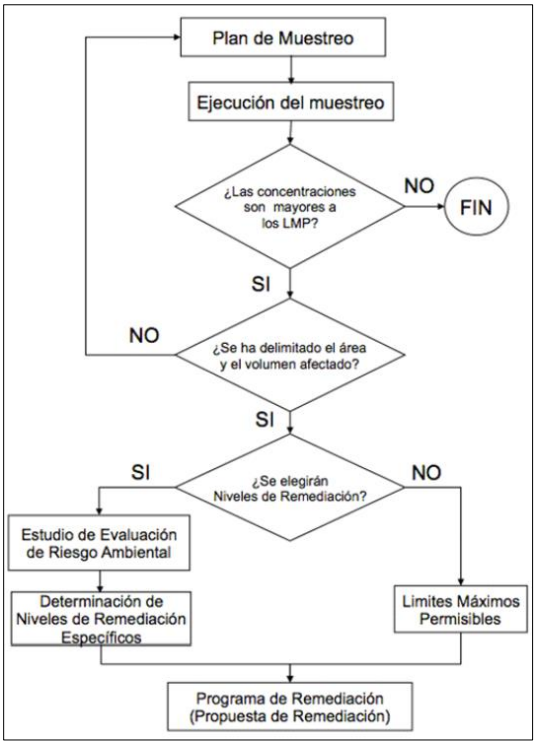


Figura 10. Diagrama General de Muestreo para la Caracterización de un Sitio Contaminado.

El plan de muestreo debe ser elaborado por el responsable de la contaminación o por el responsable técnico. La selección de los puntos de muestrear debe considerar las características del sitio; en la Tabla 28 se muestra el número mínimo de puntos de muestreos de acuerdo con el área contaminada.

Tabla 28. Número mínimo de puntos de muestreo de acuerdo con el área contaminada.

Área contaminada (ha)	Puntos de muestro	Área contaminada (ha)	Puntos de muestro
0.1	4	3	27
0.2	8	4	30
0.3	12	5	33
0.4	14	10	38
0.5	15	15	40
0.6	16	20	45
0.7	17	30	50
0.8	18	40	53
0.9	19	50	55
1	20	100	60
2	25	----------	----------

Cuando se tengan que utilizar frascos, se deberán tomar las muestras de tal manera que el frasco sea llenado al tope o a la capacidad total del recipiente, sin dejar espacio.

Tabla 29. Recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro.

Parámetro	Tipo de recipiente	Temperatura de preservación (°C)	Tiempo Máximo de Conservación (Días)
Hidrocarburos Fracción Ligera	Cartucho con contratapa o sello de PTFE, que asegure la integridad de las muestras hasta sus análisis.	4	14
BTEX		4	14
Hidrocarburos Fracción Media	Frasco de vidrio boca ancha, con contratapa o sello de PTFE, o Cartucho con sello que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4	14
Hidrocarburos Fracción Pesado		4	14
HAP		4	14

Nota 3:

1. El tiempo máximo de conservación se refiere al lapso que no debe ser excedido desde que se toma la muestra hasta que se realiza la extracción del analito de interés (para el caso de HAP e HFM) o de análisis del mismo (para el caso de HFP, BTEX e HFL).
2. Para el caso de los HAP, las muestras deben protegerse de los efectos de la luz solar mediante algún tipo de envoltura opaca.
3. Cuando la consistencia de la muestra no permita el uso de cartucho, se permitirá el uso de frascos de vidrio de boca ancha, con contratapa o sello de PTFE.

VINCULACIÓN

Durante la ejecución de las actividades del proyecto se utilizará maquinaria y vehículos motorizados cuya fuente de energía serán combustibles derivados de hidrocarburo. Por lo tanto, existe la posibilidad de que, debido a fallas mecánicas, ocurra un derrame de hidrocarburos.

Para abordar este escenario, se contará con kits antiderrames ubicados estratégicamente en áreas específicas de trabajo, facilitando su rápido acceso en caso de contingencia. Adicionalmente, se realizarán ejercicios de capacitación para describir las acciones preventivas contra derrames de hidrocarburos y el uso adecuado de los kits antiderrames.

En caso de que, por factores humanos o por el estado físico de la maquinaria, se produzca un derrame de hidrocarburo sobre el suelo, se deberá, en primer lugar, aislar la zona afectada usando el kit antiderrame. A continuación, se llevarán a cabo los trabajos de limpieza correspondientes. El suelo contaminado podrá ser dispuesto como residuo peligroso o tratado mediante técnicas de biorremediación. En esta última opción, los niveles de hidrocarburos deberán cumplir con lo establecido en las Tabla 28 y Tabla 29.

3.3.6 En materia de agua

3.3.6.1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Objetivo y campo de aplicación: La Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales.
Es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas de aguas residuales en cualquier tipo de cuerpo receptor propiedad de la Nación.
La Norma no aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes destinados exclusivamente para aguas pluviales ni a las descargas que se vierten directamente a sistemas de drenaje y alcantarillado municipales. En la Tabla 30 se muestra la vinculación con esta norma de interés.

Tabla 30. Vinculación con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Numeral	Vinculación
Numeral 4.1. Los responsables de la descarga deberán comprobar de manera ordinaria en términos de lo dispuesto en el numeral 6.2, el cumplimiento de los límites permisibles establecidos para Promedio Diario y Promedio Mensual en las Tablas 1 y 2 según corresponda al tipo de cuerpo receptor. El valor instantáneo será verificado ya sea por la Comisión o la Procuraduría.	Por el uso de sanitarios portátiles en el frente de trabajo se generarán aguas residuales, las cuales serán recolectadas de manera periódica por la empresa proveedora responsable del suministro, mantenimiento y limpieza de los sanitarios. Esta medida garantiza que los residuos líquidos no permanezcan en el área de trabajo, evitando la contaminación del suelo y la exposición de los trabajadores a condiciones insalubres, además de mantener un ambiente de trabajo higiénico y seguro. La empresa proveedora será también la encargada del tratamiento adecuado de las aguas residuales y de su disposición final. En caso de que se realice la descarga en cuerpos de agua federales, se deberá cumplir estrictamente con la normatividad ambiental vigente, incluyendo los límites máximos permisibles de contaminantes y los procedimientos establecidos para la protección de los recursos hídricos. De esta manera, se asegura la prevención de impactos ambientales negativos y se contribuye a la conservación del entorno natural en el área de influencia del proyecto.

Tabla 1. Limites permisibles

Parámetros (mg/L)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Suelo		
				Riego de áreas verdes		
	P. M.	P. D.	V.I.	P. M.	P. D.	V.I.
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35
Grasas y Aceites	15	18	21	15	18	21
SST	60	72	84	30	36	42
DQO	150	180	210	60	72	84
Carbono Orgánico Total*	38	45	53	15	18	21
Nitrógeno Total	25	30	35	NA	NA	NA
Fósforo Total	15	18	21	NA	NA	NA
Huevos de Helmintos (huevos/litro)	NA	NA	NA	1		
Escherichia coli, (NMP/100 ml)	250	500	600	250	500	600
Enterococos fecales (NMP/100 ml)*	250	400	500	250	400	500
pH (UpH)	6-9					
Color verdadero	Longitud de onda			Coeficiente de absorción		

Numeral	Vinculación

		espectral máximo
	436 nm	7.0 m -1
	525 nm	5.0 m -1
	620 nm	3.0 m -1
Toxicidad aguda (UT)	2 a los 15 minutos de exposición	

Tabla 2. Limites permisibles para metales y cianuros

Parámetros (mg/L)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Suelo		
	P. M.	**P. D.**	**V.I.**	**Riego de áreas verdes**		
				P. M.	**P. D.**	**V.I.**
Arsénico	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
Cadmio	0.2	0.3	0.4	0.05	0.075	0.1
Cianuro	1	2	3	2	2.5	3
Cobre	4	5	6	4	5	6
Cromo	1	1..25	1.5	0.5	0.75	1
Mercurio	0.01	0.015	0.02	0.005	0.008	0.01
Níquel	2	3	4	2	3	4
Plomo	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1
Zinc	10	15	20	10	15	20

3.3.6.2 Norma Oficial Mexicana 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.

Objetivo y campo de aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado. En la Tabla 31 se muestra la vinculación de esta NOM con respecto al proyecto.

Tabla 31. Vinculación con la NOM-002-SEMARNAT-1996.

Numeral	Vinculación
Numeral 4.1 Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.	Por el uso de sanitarios portátiles en el frente de trabajo se generarán aguas residuales, las cuales serán recolectadas periódicamente por la empresa proveedora responsable del suministro, mantenimiento y limpieza de los sanitarios. Estas aguas residuales contienen materia orgánica y nutrientes que, de no manejarse adecuadamente, podrían generar contaminación del suelo y riesgos a la salud de los trabajadores. La correcta recolección, transporte y almacenamiento temporal asegura que estos residuos no sean liberados directamente al medio ambiente y se mantenga un entorno de trabajo seguro e higiénico. El tratamiento y disposición final de las aguas residuales se realizará conforme a lo establecido en la NOM-002-SEMARNAT-1996, que regula los límites máximos permisibles de contaminantes para su descarga en cuerpos de agua superficiales. Esto incluye parámetros como DBO_5, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y pH, los cuales deben cumplir con los valores máximos permitidos antes de cualquier descarga. La empresa proveedora será responsable de garantizar que las aguas residuales recolectadas sean tratadas en plantas autorizadas o sistemas de tratamiento adecuados, evitando descargas directas que puedan afectar cuerpos

Indicador	P.M.	P.D.	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
SS (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20

Numeral	Vinculación
Cromo hexavalente 0.5 0.75 1 Mercurio total 0.01 0.015 0.02 Níquel total 4 6 8 Plomo total 1 1.5 2 Zinc total 6 9 12	de agua federales, y asegurando la prevención de impactos ambientales negativos y la conservación de los recursos hídricos en el área de influencia del proyecto. En complemento a lo anterior, durante la entapa de operación del proyecto, las aguas residuales se generarán, por el uso de sanitarios que se ubicarán en las casetas. En el caso de que el sistema hidrosanitario esté conectado al drenaje municipal, se deberá cumplir con los LMP establecido en esta NOM, o en su caso lo establecidos por la autoridad.

3.3.6.3 Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Objetivo y campo de aplicación

- Esta Norma establece los límites permisibles de calidad que debe cumplir el agua para uso y consumo humano.
- Esta Norma es de observancia obligatoria en el territorio nacional para los organismos responsables de los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.
- Esta Norma no es aplicable para aguas residuales tratadas.

En la Tabla 32 se muestra la vinculación del proyecto con el instrumento en análisis.

Tabla 32. Vinculación con la NOM-127-SSA1-2021.

<table>
<tr><th>Numeral</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Numeral. 5.1 El agua de los sistemas de abastecimiento no debe tener como fuente de abastecimiento agua residual tratada.</td><td rowspan="4">Por las condiciones climáticas (altas temperaturas) será necesario contar con puntos de hidratación, a lo largo del frente de trabajo.
Estos puntos deberán contar con el volumen necesario de agua para el número total de trabajadores que se encuentre en el frente de trabajo.
El agua que sea suministrada para estos puntos de hidratación deberá cumplir con los limites permisibles establecidos en los numerales 5.2 y 5.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
Esto con el fin de garantizar que el agua suministrada sea apta para el consumo humano y no genera un problema de salud para cada uno de los trabajadores de la obra.</td></tr>
<tr><td>Numeral 5.2 Físicas.
<table>
<tr><th>Parámetros</th><th>Limite permisible</th><th>Unidades</th></tr>
<tr><td>Turbiedad[a]</td><td>4.0</td><td>UNT</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>6.5 a 8.5</td><td>Unidades de pH</td></tr>
<tr><td>Color verdadero</td><td>15</td><td>UC</td></tr>
</table>
a El límite permisible para Turbiedad será de 3.0 UNT a partir del segundo año posterior a la entrada en vigor de la presente Norma.</td></tr>
<tr><td>Numeral 5.3 Químicas:
<table>
<tr><th>Parámetros</th><th>Limite permisible</th><th>Unidades</th></tr>
<tr><td>Cianuros totales</td><td>0.07</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Dureza total como $CaCO_3$</td><td>500.00</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Fluoruros como F^{-a}</td><td>1.50</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno amoniacal (N-NH_3)</td><td>0.50</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno de nitratos (N-NO_3^-)</td><td>11</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno de nitritos (N-NO_2^-)</td><td>0.90</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sólidos disueltos totales</td><td>1000.00</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sulfatos ($SO_4^{=}$)</td><td>400.00</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sustancias activas al azul de metileno</td><td>0.50</td><td>mg/L</td></tr>
</table>
a El límite permisible para fluoruros será de 1.50 mg/L para todas las localidades y se ajustará de conformidad con la tabla de cumplimiento gradual Tabla 3 de este inciso 5.3</td></tr>
<tr><td>Numeral 5.4 Metales y metaloides:
<table>
<tr><th>Parámetros</th><th>Limite permisible</th><th>Unidades</th></tr>
<tr><td>Aluminio</td><td>0.20</td><td>mg/L</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Numeral			Vinculación
Arsénico	0.025	mg/L	
Bario	1.3	mg/L	
Cadmio	0.005	mg/L	
Cobre	2.00	mg/L	
Cromo total	0.05	mg/L	
Hierro	.030	mg/L	
Manganeso	0.15	mg/L	
Mercurio	0.006	mg/L	
Níquel	0.07	mg/L	
Plomo	0.01	mg/L	
Selenio	0.04	mg/L	

3.5 Otros Instrumentos

3.5.1 Constitución Política y Tratados Internacionales donde México se encuentra adscrito

3.5.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Es la Carta Magna y Norma Fundamental, que establece los principios y objetivos de la Nación; en la que describen los derechos de los ciudadanos, la organización del gobierno y economía de país, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917; su última reforma fue se llevó a cabo el 17 de marzo de 2025. En la Tabla 33 se muestran los artículos vinculables en materia Ambiental.

Tabla 33. Vinculación con la CPEUM.

Artículo	Vinculación
Artículo 4, Párrafo Sexto, Capítulo I, Título Primero: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Con el desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), se garantiza el Derecho a un Medio Ambiente sano, toda vez que el estudio se sustenta en el muestreo detallado de los elementos bióticos y abióticos que podrían verse afectados durante las etapas constructiva y operativa del proyecto. En consecuencia, se identificaron los aspectos ambientales relevantes, lo que permitió evaluar los impactos ambientales (acumulativo, sinérgico, relevante) generados, y a partir de ello, establecer las medidas de prevención y mitigación correspondientes; las cuales se desarrollan en los capítulos posteriores. Para establecer una línea base ambiental confiable, se llevaron a cabo muestreos y análisis de cuerpos de agua superficiales y subterráneos de interés, así como la caracterización fisicoquímica del suelo y la evaluación de la calidad del aire en puntos estratégicos del área de influencia del proyecto. En virtud de lo anterior, y en base en el contenido integral de esta MIA-P, se concluye que no se vulnera ni se pone en riesgo el Derecho a un Medio Ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas y, en consecuencia, no existe impedimento legal para que la autoridad evaluadora, en ejercicio de sus atribuciones, otorgue la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.
Artículo 25, Párrafo Primero, Capítulo I, Título Primero: Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.	El Estado, en su carácter de rector del desarrollo integral y sustentable, tiene la responsabilidad de establecer y garantizar la implementación de una Política Ambiental coherente y eficaz. Esta política se sustenta en diversos instrumentos y mecanismos destinados a asegurar que las acciones de desarrollo económico, social y territorial se lleven a cabo con respeto al medio ambiente, promoviendo la conservación de los recursos naturales y el bienestar de la población. Dentro de este marco normativo, la Evaluación de Impacto Ambiental se constituye como una herramienta clave para el cumplimiento de dichos objetivos, al permitir la identificación, prevención y mitigación de los posibles efectos adversos de los proyectos sobre el entorno natural y social. En este contexto, el promovente que solicita la autorización en materia de impacto ambiental ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cumple de manera directa con los lineamientos de la Política Ambiental vigente. Asimismo, al participar en este proceso de evaluación, el promovente contribuye a que el desarrollo del proyecto se realice de manera integral y sustentable, promoviendo un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y el desarrollo social de la región, asegurando que las acciones emprendidas sean responsables y sostenibles a mediano y largo plazo.

Artículo	Vinculación
Artículo 27, Párrafo Primero, Capítulo I, Título Primero: La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.	Para la el desarrollo del proyecto será necesario adquirir superficie para la construcción de las gazas 2 y 3. La adquisición de esta superficie se hará apegado a derecho garantizando en todo momento el cumplimiento de la legislación en la materia.

3.5.1.2 Tratados Internacionales donde México se encuentra adscrito.

3.5.1.2.1 Acuerdo Escazú.

El Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, a la Participación Pública y a la Justicia en Asuntos Ambientales, es adoptado por 24 países en la ciudad costarricenses de Escazú el 4 de marzo 2018, es un instrumento vinculante emanado de la Declaración sobre la Aplicación del Principio 10 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20). Por su parte en México el 5 de noviembre de 2020 fue aprobado por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión y el instrumento de ratificación fue firmado por el Ejecutivo Federal el 19 de diciembre de 2020. Finalmente, el acuerdo entro en vigor el 22 de abril de 2021.

En la Tabla 34 se muestran los artículos vinculables con el Acuerdo de Escazú.

Tabla 34. Vinculación con el Acuerdo de Escazú.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Disposiciones generales: **1)** Cada Parte garantizará el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano, así como cualquier otro derecho humano universalmente reconocido que esté relacionado con el presente Acuerdo. **3)** Cada Parte adoptará todas las medidas necesarias, de naturaleza legislativa, reglamentaria, administrativa u otra, en el marco de sus disposiciones internas, para garantizar la implementación del presente Acuerdo.	Con el desarrollo de la MIA-P de este proyecto, se garantiza el Derecho a un Medio Ambiente sano, debido que se sustenta con el muestreo de cada uno de los aspectos bióticos y abióticos que serán intervenidos durante la modernización. A lo largo de este capítulo, se muestra la vinculación con los instrumentos legales en materia ambiental que regulan este tipo de actividades, reconociendo su importancia en su identificación y cumplimiento para el desarrollo del proyecto.
Artículo 5. Acceso a la información ambiental: **1)** Cada Parte deberá garantizar el derecho del público de acceder a la información ambiental que está en su poder, bajo su control o custodia, de acuerdo con el principio de máxima publicidad. **3)** Cada Parte facilitará el acceso a la información ambiental de las personas o grupos en situación de vulnerabilidad, estableciendo procedimientos de atención desde la formulación de solicitudes hasta la entrega de la información, considerando sus condiciones y especificidades, con la finalidad de fomentar el acceso y la participación en igualdad de condiciones.	Dentro de las acciones a realizar en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, el promovente a su costa publicará un extracto de la MIA-P en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa donde desarrolle el proyecto, dentro de un plazo de cinco días contados a partir de la fecha de ingreso; como se ha indicado el proyecto en descripción se localiza en el estado de Veracruz. Así mismo, la autoridad evaluadora (DGIRA-SEMARNAT) pondrá a disposición del público la MIA-P con el fin de que sea consultada por cualquier persona, esta acción se realizará mediante la Gaceta Ecológica. El artículo 34 fracción III y IV de la LGEEPA establece las acciones que pueden tomar los ciudadanos para tener acceso a la información de la MIA-P, en complemento a lo anterior, el capítulo VI de la Participación Pública y del Derecho a la Información del R-LGEEPA-EIA indica el mecanismo a desarrollar para que los ciudadanos se involucren en la materia. En virtud de lo anterior, el promovente garantiza el acceso a la información al realizar la publicación del extracto de la MIA-P y queda sujeta la autoridad evaluadora a cumplir con la obligación de publicar en la Gaceta Ecología la información pertinente del proyecto para que la ciudadanía en general pueda consultarla.
Artículo 7. Participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales. **1)** Cada Parte deberá asegurar el derecho de participación del público y, para ello, se compromete a implementar una participación abierta e inclusiva en los procesos de toma de	El artículo 40, capítulo VI, del R-LGEEPA-EIA, establece que la Secretaría (Autoridad Evaluadora) a solicitud de cualquier persona de la comunidad que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, respecto de proyectos sometidos a su consideración a trabe de la MIA. La solicitud deberá presentar por escrito dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación de los listados de las MIA´s en la Gaceta Ecológica.

Artículo	Vinculación
decisiones ambientales, sobre la base de los marcos normativos interno e internacional. **2)** Cada Parte garantizará mecanismos de participación del público en los procesos de toma de decisiones, revisiones, reexaminaciones o actualizaciones relativos a proyectos y actividades, así como en otros procesos de autorizaciones ambientales que tengan o puedan tener un impacto significativo sobre el medio ambiente, incluyendo cuando puedan afectar la salud. **3)** Cada Parte promoverá la participación del público en procesos de toma de decisiones, revisiones, reexaminaciones o actualizaciones distintos a los mencionados en el párrafo 2 del presente artículo, relativos a asuntos ambientales de interés público, tales como el ordenamiento del territorio y la elaboración de políticas, estrategias, planes, programas, normas y reglamentos, que tengan o puedan tener un significativo impacto sobre el medio ambiente.	Una vez recibida la solicitud de consulta pública, la autoridad evaluadora tendrá cinco días hábiles para notificar al interesado si procede la Consulta Pública. Con esto se garantiza a participación pública por parte de los ciudadanos en los procesos de evaluación de impacto ambiental.
Artículo 8. Acceso a la justicia en asuntos ambientales. **1)** Cada Parte garantizará el derecho a acceder a la justicia en asuntos ambientales de acuerdo con las garantías del debido proceso. 2) Cada Parte asegurará, en el marco de su legislación nacional, el acceso a instancias judiciales y administrativas para impugnar y recurrir, en cuanto al fondo y el procedimiento: a) cualquier decisión, acción u omisión relacionada con el acceso a la información ambiental; b) cualquier decisión, acción u omisión relacionada con la participación pública en procesos de toma de decisiones ambientales; y **c)** cualquier otra decisión, acción u omisión que afecte o pueda afectar de manera adversa al medio ambiente o contravenir normas jurídicas relacionadas con el medio ambiente.	El Artículo 2, Capítulo Único, Título I, Libro Primero del Código Nacional de Procedimientos Penales, indica que el Código tiene el objeto de establecer las normas que han de observarse en la investigación, el procesamiento y la sanción de los delitos, para esclarecer los hechos, proteger al inocente, procurar que el culpable no quede impune y que se repare el daño, y así contribuir a asegurar el acceso a la justicia en la aplicación del derecho y resolver el conflicto que surja con motivo de la comisión del delito, en un marco de respeto a los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los Tratados Internacionales de los que el Estado mexicano sea parte. Asimismo, en el capítulo vigesimoquinto del Código Penal Federal: Delitos Contra el Ambiente y la Gestión Ambiental, se establecen cada una de las acciones que se consideran ilícitas en contra del Medio Ambiente, de las cuales se enlistan a continuación. ♦ De las actividades tecnológicas y peligrosas. ♦ De la biodiversidad ♦ De la bioseguridad ♦ Delitos contra la gestión ambiental Tanto en la LGEEPA, como en el reglamento en la materia, existe la figura de la denuncia popular, la cual establece que toda persona, grupos sociales, ONG´s, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la PROFEPA O en su caso ante otras autoridades todo hecho, actos u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al medio ambiente o a los recursos naturales, o contravenga las disposiciones de las leyes en la materia. Si bien, dentro de la vinculación jurídica se reconocen los Delitos Contra el Ambiente y la Gestión Ambiental, le corresponde a la SEMARNAT junto con PROFEPA hacer valer cada uno de los principios de justicia ambiental, esto con el fin de preservar la integridad ambiental del país en proyectos como el descrito en esta MIA-P.

3.5.1.2.2 Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. A través de este acto de ratificación, el Gobierno de México; hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento. En la Tabla 35 se muestra la vinculación del proyecto con cada uno de los artículos aplicables.

Tabla 35. Vinculación con la CMNUCC.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3: **a)** Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo, las siguientes: **VII)** medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte. **VIII)** limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.	Durante la ejecución del proyecto, se utilizará maquinaria y equipo que usa como fuente de energía combustibles fósiles, estos generan emisiones, por lo tanto, se proponen las siguientes medidas: ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta. ♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. ♦ Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT). ♦ Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.

3.5.1.2.3. Acuerdo de París

El 22 de abril de 2016 el Plenipotenciario de los Estados Unidos Mexicanos, debidamente autorizado para tal efecto, firmó ad referéndum el Acuerdo de París, hecho en París el 12 de diciembre de 2015. El Acuerdo mencionado fue aprobado por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión, el 14 de septiembre de 2016. El instrumento de ratificación, firmado por el Ejecutivo Federal el 17 de septiembre de 2016, fue depositado ante el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, el 21 de septiembre de 2016, de conformidad con lo establecido en el artículo 20 del Acuerdo de París. Finalmente, el Decreto Promulgatorio del Acuerdo de París, entro en vigor el 16 de noviembre de 2016.

En la Tabla 36 se muestran los artículos vinculables del Acuerdo de Paris con el proyecto.

Tabla 36. Vinculación con el Acuerdo de Paris.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. 4) Las Partes que son países desarrollados deberían seguir encabezando los esfuerzos, adoptando metas absolutas de reducción de las emisiones para el conjunto de la economía. **Las Partes que son países en desarrollo** deberían seguir aumentando sus esfuerzos de mitigación, y se las alienta a que, con el tiempo, adopten metas de reducción o limitación de las emisiones para el conjunto de la economía, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales. **19)** Todas las Partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo presente el artículo 2 y tomando en consideración sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.	El artículo de este tratado hacer referencia a las obligaciones de cada una de las partes, ya sean países desarrollarlo o en desarrollo para la reducción de emisiones de GEI. México como país en desarrollo deben seguir aumentando sus esfuerzos de mitigación, en las que se adopten metas de reducción o limitación de emisiones, asimismo, debe formular estrategias a largo plazo para un desarrollo de baja emisiones. Dentro de las medidas para la reducción de las emisiones de GEI se encuentran las siguientes: ♦ Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta. ♦ Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento. ♦ Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel). ♦ Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes. ♦ Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT). ♦ Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.
Artículo 7 **1.** Por el presente, las Partes establecen el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2.	

3.5.1.2.4 CITES

México se adhirió a la CITES en 1991 e inició sus operaciones, de manera formal, en 1992. La autoridad administrativa mexicana responsable de dar cumplimiento a los compromisos y acciones de la Convención CITES es la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (y dentro de ella, la Dirección General de Vida Silvestre), apoyándose en la Comisión Nacional del Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en su carácter de Autoridad Científica, así como en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Tabla 37. Vinculación con CITES.

Artículo	Vinculación
Artículo VIII. Medidas que deberán tomar las partes. **1)** Las Partes adoptarán las medidas apropiadas para velar por el cumplimiento de sus disposiciones y para prohibir el comercio de especímenes en violación de las mismas. Estas medidas incluirán **a)** sancionar el comercio o la posesión de tales especímenes, o ambos; y **b)** prever la confiscación o devolución al Estado de exportación de dichos especímenes.	Durante la ejecución del proyecto, se instruirá a los trabajadores que está estrictamente prohibida la extracción de fauna silvestre del sitio con fines comerciales o de consumo. En caso de que alguno sea sorprendido incurriendo en dicha conducta, será sujeto a sanciones administrativas internas y puesto a disposición de las autoridades competentes, a fin de que se le impute el delito contra la biodiversidad, conforme a lo establecido en el Artículo 417, Capítulo Segundo, Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal. Esta medida refleja el compromiso del promovente con el respeto y la protección de la biodiversidad, estableciendo así una vinculación positiva con el precepto legal referido.

3.5.1.2.5 Convenio sobre Diversidad Biológica.

El 13 de junio de 1992, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos firmó, ad referéndum, el Convenio obre la Diversidad Biológica de las Especies, adoptado en Río de Janeiro, Brasil, el 05 de junio de 1992. El citado Convenio fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión, el día 03 de enero de 1993. El instrumento de ratificación fue firmado por el titular del Poder Ejecutivo el 24 de febrero de 1993. En la Tabla 38 se muestra la vinculación de este Convenio con el proyecto.

Tabla 38. Vinculación con el Convenio sobre Diversidad Biológica.

<table>
<tr><th>Artículo</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Artículo 6. Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible.
Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:
a) Identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, teniendo en consideración la lista indicativa de categorías que figura en el anexo I;
b) Procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados de conformidad con el apartado a), prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible.
c) Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y
d) Mantendrá y organizará, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento de conformidad con los apartados a), b) y c) de este artículo.</td><td>Para el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el desarrollo del proyecto, se llevaron monitoreos de fauna e identificación de vegetación en el sitio del proyecto en el sistema ambiental (SA), con el objetivo de determinar el grado de conservación del sitio, así como las especies que serán susceptibles a ser removidas o en su caso reubicadas.
En complemento a lo anterior, se muestran los listados de fauna y vegetación del área del proyecto.
Fauna (Localizadas en el área de influencia):
Listado de fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<table>
<tr><th>Orden</th><th>Familia</th><th>Nombre científico</th><th>Nombre común</th><th>Residencia (Aves)</th><th>Distribución</th><th>Grado de endemismo</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th></tr>
<tr><td colspan="8">CLASE REPTILIA</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Iguanidae</td><td>Ctenosaura acanthura</td><td>Iguana de Cola Espinosa del Golfo</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Iguanidae</td><td>Iguana iguana</td><td>Iguana Verde</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Phrynosomatidae</td><td>Sceloporus variabilis</td><td>Lagartija Espinosa Vientre Rosado</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Teiidae</td><td>Aspidoscelis guttatus</td><td>Ticuiliche Mexicano</td><td></td><td>Nativa</td><td>Endémica</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Squamata</td><td>Boidae</td><td>Boa imperator</td><td>Mazacuata</td><td></td><td>Nativa</td><td>-</td><td>A</td></tr>
<tr><td colspan="8">CLASE AVES</td></tr>
<tr><td>Anseriformes</td><td>Anatidae</td><td>Dendrocygna autumnalis</td><td>Pijije Alas Blancas</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columba livia</td><td>Paloma Doméstica</td><td>R</td><td>Exótica-invasora</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columbina inca</td><td>Tórtola Cola Larga</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Columbina talpacoti</td><td>Tortolita Canela</td><td>R</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
<tr><td>Columbiformes</td><td>Columbidae</td><td>Patagioenas flavirostris</td><td>Paloma Morada</td><td>R, MI</td><td>Nativa</td><td>-</td><td>SC</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Artículo	Vinculación

Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC
CLASE MAMMALIA							
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC

Vegetación (localizado en el área del proyecto):
Listado de vegetación con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Clase	Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM
Magnoliopsida	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)

Artículo 8. Conservación *in situ*
Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:
a) Establecerá un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica.
b) Cuando sea necesario, elaborará directrices para la selección, el establecimiento y la ordenación de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica.
d) Promoverá la protección de ecosistemas y hábitat naturales y el mantenimiento de

El proyecto consiste en la construcción de tres gazas de incorporación y desincorporación en el entronque Paso del Toro, el cual se ubicada en la autopista 150 D tramo Córdoba – Veracruz. La gaza 1 de localiza dentro del DDV del entronque, por lo tanto, no se requería la remoción de vegetación forestal, debido a que en la zona predomina vegetación de tipo **pastizal inducido y vegetación inducida**
Sin embargo, las gazas 2 y 3 salen del DDV del entronque, por lo tanto, se afectará **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha**.
Con esta breve descripción, se demuestra que desde el diseño de las gazas 1, 2 y 3, se buscó la manera de aprovechar de manera responsable la superficie que se localiza a los costados del entronque.
Así mismo, se implementarán las siguientes medidas de mitigación:

- Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia.
- Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.

Artículo	Vinculación
poblaciones viables de especies en entornos naturales. **i)** Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilizaciones actuales con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes;	♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. Para mayor información sobre estas medias de mitigación se sugiere revisar el capítulo VI de esta MIA-P.
Artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: **a)** Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos. **b)** Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;	Con el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el proyecto se identifican cada uno de los impactos generados en las etapas del proyecto, asi mismo se establecen las medidas de mitigación que se adecuan a la naturaleza y características de cada uno de los impactos. Estas se enlistan a continuación: ♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua". ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto. ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas. ♦ Kits antiderrames de sustancias químicas. ♦ Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización. ♦ Para mayor información sobre las medidas de mitigación se recomienda revisar el capítulo VI de la MIA-P. Con los descrito en párrafos anteriores, se demuestra que los presentado en este estudio ambiental, está sustentado en la identificación y evaluación de cada uno de los impactos ambientales.

3.5.2 Leyes y Reglamentos en Materia Ambiental.

3.5.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998, su última reforma fue el 01 de abril de 2024. En la Tabla 39 se muestra la vinculación del proyecto con esta Ley.

Tabla 39. Vinculación con la LGEEPA

Artículo	Vinculación
Artículo 28, Sección V. 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 puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **I.** Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación,** oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos. **VII. Cambios de uso del suelo** de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	El proyecto corresponde a la construcción de las gazas 1, 2 y 3. Este entronque forma parte de la Autopista 150 D, tramo Córdoba–Veracruz, considerada una vía general de comunicación; en consecuencia, se ubica en el supuesto previsto en el artículo 28, fracción I, sección V de la LGEEPA. Asimismo, para la construcción de las gazas 2 y 3, será necesaria la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha** lo que implica el cambio de uso de suelo. Por tal motivo, el proyecto también se encuentra dentro del supuesto señalado en el artículo 28, fracción VII, sección V de la LGEEPA. En este sentido, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la DGIRA de la SEMARNAT, a fin de obtener la autorización correspondiente en la materia.

Artículo	Vinculación
Artículo 30, Sección V.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.	Este artículo es el motivo del desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental Moda Particular para el proyecto; su elaboración de se apoya en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación Modalidad: Particular. En esta MIA-P, se realiza las siguientes actividades: 1. Descripción de los datos del PROMOVETE, y del responsable de elaboración del estudio ambiental. 2. Descripción detallada en que consiste el proyecto. 3. Vinculación de los instrumentos legales, 4. Descripción del medio biótico, abiótico y socioeconómico del sitio donde se desarrolla el proyecto. 5. Identificación de los impactos por cada una de las actividades a desarrollar. 6. Descripción de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos identificados. 7. Pronósticos ambientales, así como la evaluación de alternativas. Para mayor detalle de cada uno de los apartados que incluye este estudio ambiental se recomienda la revisión de cada uno de los capítulos.
Artículo 35 Bis 1, Sección V, Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	Dentro de los anexos administrativos que se presentan para el ingreso de la MIA-P, se adjunta una declaratoria bajo protesta de decir verdad de cada uno de los colaborades que participaron en su elaboración. Asimismo, son conscientes de cada una de las medidas de seguridad, sanciones administrativas establecidas, delitos de orden federal, establecidos en los siguientes instrumentos normativos: ♦ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. ♦ Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. ♦ Código Penal Federal.

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

El presente 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. Fue publicado el 30 de mayo de 2000, con última reforma el 31 de octubre de 2014. En la Tabla 40 se muestra la vinculación con este instrumento.

Tabla 40. Vinculación con el R-LGEEPA-EIA

Artículo	Vinculación
Artículo 5, Capítulo II. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia 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, con excepción de: b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.	El proyecto incluye la construcción de las gazas 1, 2 y 3 se considerada una vía general de comunicación; en consecuencia, se ubica en el supuesto previsto en el artículo 5, Inciso B) del Capítulo II del R-LGEEPA-EIA. Asimismo, para la construcción de las gazas 2 y 3, será necesaria la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha**, lo que implica el cambio de uso de suelo. Por tal motivo, el proyecto también se encuentra dentro del supuesto señalado en el artículo 5, Inciso O) del Capítulo II del R-LGEEPA-EIA. En este sentido, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la DGIRA de la SEMARNAT, a fin de obtener la autorización correspondiente en la materia.

Artículo	Vinculación
O) Cambios de uso del suelo de áreas Forestales, así como en selvas y zonas árida II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	
Artículo 9, Capítulo III. 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. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	En este artículo se establece una doble obligación: 1. Por parte del promovente, quien debe presentar una MIA ante la SEMARNAT para su evaluación. 2. Por parte de la autoridad evaluadora (SEMARNAT), que tiene la responsabilidad de publicar guías para la elaboración de las MIAs y, posteriormente, llevar a cabo la evaluación correspondiente para el otorgamiento de la autorización en materia de impacto ambiental. En lo que corresponde a la obligación establecida por el promovente; se elaboró la **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular** para el proyecto. Su elaboración de se apoya en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación Modalidad: Particular. En esta MIA-P, se realiza las siguientes actividades: 1. Descripción de los datos del PROMOVETE, y del responsable de elaboración del estudio ambiental. 2. Descripción detallada en que consiste el proyecto. 3. Vinculación de los instrumentos legales, 4. Descripción del medio biótico, abiótico y socioeconómico del sitio donde se desarrolla el proyecto. 5. Identificación de los impactos por cada una de las actividades a desarrollar. 6. Descripción de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos identificados. 7. Pronósticos ambientales, así como la evaluación de alternativas. Para mayor detalle de cada uno de los apartados que incluye este estudio ambiental se recomienda la revisión de cada uno de los capítulos.
Artículo 10, Capítulo III. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular	

3.5.2.2 Ley General de Vida Silvestre

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria 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. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Julio de 2000, su última reforma el 20 de mayo de 2021. En la Tabla 41 se muestra la vinculación del proyecto con el instrumento legal en análisis.

Tabla 41. Vinculación con la LGVS.

Artículo	Vinculación
Artículo 31, Capítulo VI, Título VI 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	En caso de que el desarrollo de las actividades del proyecto requiera el traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, se dará cumplimiento a lo señalado en el *Artículo 31, Capítulo VI, Título VI* de la ley en análisis, que estipula que dicho traslado debe realizarse bajo condiciones que minimicen el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor de los organismos, considerando las características fisiológicas y etológicas de las especies involucradas. Para ello, se prevé la participación de personal especializado, así como la aplicación de protocolos técnicos y éticamente

Artículo	Vinculación
	responsables, con el fin de garantizar el bienestar de la fauna afectada y su posible reintegración en zonas adecuadas.
Artículo 63, Capítulo II, Título VI. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público.	En el marco del desarrollo del proyecto, se reconoce la importancia de cumplir con lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre, particularmente en lo relativo a la conservación del hábitat y al manejo responsable de ejemplares de fauna silvestre. En este sentido, el *Artículo 63, Capítulo II, Título VI establece que la conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público*, lo cual implica que, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, se deberán implementar medidas para evitar la fragmentación, alteración o pérdida de hábitats críticos para las especies silvestres presentes en el área de influencia.
Artículo 106, Capítulo II, Título VIII. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	El promovente reconoce cada una de las sanciones administrativas y penas establecidas en este y otros instruméntenos legales en materia de protección a la vida silvestre, por lo tanto, instruye una serie de medidas con el objetivo de evitar el daño a la vida silvestre, estas se enlistan a continuación: ♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie. ♦ La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva. ♦ instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio. Para mayor información se recomienda revisar el capítulo VI de la MIA-P.
Artículo 117, Capítulo IV. Título VIII. Cuando exista riesgo inminente de daño o deterioro grave a la vida silvestre o a su hábitat, la Secretaría, fundada y motivadamente, ordenará la aplicación de una o más de las siguientes medidas de seguridad: II. La clausura temporal, parcial o total de las instalaciones, maquinaria o equipos, según corresponda, para el aprovechamiento, almacenamiento o de los sitios o instalaciones en donde se desarrollen los actos que generen los supuestos a que se refiere el primer párrafo de este artículo. III. La suspensión temporal, parcial o total de la actividad que motive la imposición de la medida de seguridad. IV. La realización de las acciones necesarias para evitar que se continúen presentando los supuestos que motiven la imposición de la medida de seguridad.	
Artículo 122, Capítulo V, Título VIII. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.	Se instruirá a todo el personal a pie de obra, para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo. Asimismo, se informará al personal acerca de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre.
Artículo 123, Capítulo V, Título VIII. Las violaciones a los preceptos de esta Ley, su reglamento, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales que de ella se deriven, serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, con una o más de las siguientes sanciones: I. Amonestación escrita. II. Multa. III. Suspensión temporal, parcial o total, de las autorizaciones, licencias o permisos que corresponda. IV. Revocación de las autorizaciones, licencias o permisos correspondientes. V. Clausura temporal o definitiva, parcial o total, de las instalaciones o sitios donde se desarrollen las actividades que den lugar a la infracción respectiva. VI. Arresto administrativo hasta por 36 horas. VII. Decomiso de los ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre, así como de los instrumentos directamente relacionados con infracciones a la presente Ley. VIII. Pago de gastos al depositario de ejemplares o bienes que con motivo de un procedimiento administrativo se hubieren erogado.	El promovente reconoce cada una de las sanciones administrativas y penas establecidas en este y otros instruméntenos legales en materia de protección a la vida silvestres, por lo tanto, instruye una serie de medidas con el objetivo de evitar el daño a la vida silvestre, estas se enlistan a continuación: ♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie. ♦ La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva. ♦ instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio. Para mayor información se recomienda revisar el capítulo VI de la MIA-P.

3.5.2.2.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación 30 de noviembre de 2006, su última reforma fue el 09 de mayo de 2014. En la Tabla 42 se muestra la vinculación del R-LGVS.

Tabla 42. Vinculación con el R-LGVS.

Artículo	Vinculación
Artículo 2, Capítulo Único, Título Primero: Además de las definiciones contenidas en el artículo 3o. de la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para efectos del presente Reglamento se entenderá por: **VIII. Especie.** La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales. **IX. Especies asociadas**. Aquéllas que comparten el hábitat natural y forman parte de la comunidad biológica de una especie en particular. **XV. Medidas de contingencia.** Las acciones que se aplicarán cuando se presenten situaciones que pudieran tener efectos sobre los ejemplares, poblaciones o especies de la vida silvestre y su hábitat, afectando negativamente el logro de las metas de que se traten y que se encuentran incorporadas en el plan de manejo.	Para la elaboración de la MIA-P, se realizaron una serie de muestreos para identificar las especies y **especies asociadas** definidas en el **Artículo 2, Capítulo Único, Título Primero del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre**, las cuales constituyen unidades básicas de clasificación taxonómica que comparten hábitat y forman parte de una misma comunidad biológica. Los resultados de estos nuestros son los siguientes: **Listado de fauna con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010
CLASE REPTILIA							
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo		Nativa	-	Pr
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde		Nativa	-	Pr
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		Nativa	-	SC
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche Mexicano		Nativa	Endémica	SC
Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata		Nativa	-	A
CLASE AVES							
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-invasora	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R, MI	Nativa	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC

Artículo	Vinculación

Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgris	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC
CLASE MAMMALIA							
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC

Con base en lo anterior, se implementarán **medidas de mitigación** que permitan prevenir, mitigar o controlar posibles afectaciones a ejemplares, poblaciones o especies de vida silvestre y a su hábitat. Estas se describen a continuación:

- Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre.
- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie De esta manera, el proyecto se vincula de forma positiva con el artículo en análisis, garantizando que las actividades de construcción se desarrollen bajo un enfoque de respeto y protección hacia la biodiversidad presente en el sitio.
- La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva.
- instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio

Artículo 78, Capítulo Cuarto, Título Cuarto. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica:

III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación.

Dentro de las medidas propuestas para el componte fauna se tiene la siguientes:

- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie

A continuación, se muestran las coordenadas poligonales del predio propuestos para la reubicación de fauna:

Coordenadas poligonales

Coordenada X	Coordenada Y		Coordenada X	Coordenada Y
159256.08	2110822.45		159179.92	2111385.43
159021.17	2110831.95		159247.70	2111357.80
158858.60	2110855.18		159350.37	2111333.32
158871.29	2111036.97		159397.51	2111317.73
158827.29	2111313.64		159489.06	2111282.69
158826.75	2111392.30		159477.73	2111094.93
158922.41	2111412.13		159494.10	2110948.28
158978.07	2111421.21		159498.74	2110910.33
159069.49	2111419.35		159497.89	2110886.02

3.5.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018, sus última reforma fue publicada 01 de abril de 2024. En la Tabla 43 se muestra la vinculación de esta Ley con respecto al proyecto.

Tabla 43. Vinculación con la LGDFS

Artículo	Vinculación
Artículo 7, Capítulo I, Título Primero: Para los efectos de esta Ley se entenderá por: **I Bis. Acahual:** Asociación vegetal que se ubica en terrenos de uso agropecuario y tradicional que recupera la cobertura vegetal en sus periodos de descanso, debido al proceso de sucesión ecológica y que presenta diferencias de composición, tamaño o densidad con respecto a selvas y/o bosques como se definen en la presente Ley y que pueden utilizarse para el desarrollo de actividades silvícolas. **III Bis. Árbol:** Planta leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida. **III Bis 1. Arbusto:** Planta leñosa perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un solo vástago principal, ni una copa definida. **VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales. **LXIX. Suelo Forestal:** Cuerpo natural que ocurre sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado. **LXX. Terreno diverso al forestal:** Es el que no reúne las características y atributos biológicos definidos para los terrenos forestales. **LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales. **LXXI Bis. Terreno forestal arbolado:** Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características. **LXXII. Terreno preferentemente forestal:** Aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente. **LXXIV. Territorio forestal:** Espacio donde existen terrenos forestales y se llevan a cabo diversas actividades económicas, sociales y culturales que interaccionan con la gestión forestal;	Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), se consideran de manera puntual las definiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), La integración de estas definiciones tiene como finalidad garantizar que el estudio se desarrolle con un marco conceptual sólido y uniforme, evitando discrepancias o errores de interpretación en los términos técnicos y legales empleados. De este modo, se asegura que los conceptos relacionados con cambio de uso de suelo en terrenos forestales, suelo forestal, terreno diverso al forestal, terreno forestal, terreno forestal arbolado, terreno preferentemente forestal sean comprendidos y aplicados de manera correcta dentro del análisis. Ello permite que la información presentada en la MIA-P sea consistente, transparente y conforme al marco jurídico vigente, fortaleciendo la validez técnica y legal del documento ante la autoridad evaluadora. En consecuencia, el uso adecuado de estas definiciones no solo facilita la interpretación del contenido del estudio, sino que también contribuye a una evaluación más precisa por parte de la DGIRA de la SEMARNAT, favoreciendo un proceso de dictaminación objetivo y apegado a derecho.

Artículo	Vinculación
Artículo 93, Sección Séptima. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	Por la construcción de las gazas 2 y 3, será necesaria la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 0.74 ha**, lo que implica el cambio de uso de suelo. Por lo tanto, en su momento se llevará a cabo el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, con el fin de contar con cada uno de los permisos necesario para la ejecución del proyecto.

3.5.2.3.1 Reglamento de la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de diciembre de 2020, a la fecha de consulta no se identificaron reformas. En la Tabla 44 se muestra la vinculación del reglamento con el proyecto.

Tabla 44. Vinculación con el R-LGDFS

Artículo	Vinculación
Artículo 2, Capítulo I, Título Primero. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 7 de la Ley, se entenderá por: **I.** Acahual, asociaciones vegetales que se localizan en áreas originalmente ocupadas por Selvas que han sido sometidas al establecimiento de praderas artificiales y cultivos anuales o perennes mediante un sistema de producción tradicional, en subsecuentes años de cultivo que al estar en periodos de descanso recuperan la vegetación de Selva a través de un proceso de sucesión ecológica y que presentan diferencias de estructura, composición, tamaño o densidad con respecto a las Selvas maduras. **XXV.** Vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas, aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, Selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.	Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), se consideran de manera puntual las definiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), La integración de estas definiciones tiene como finalidad garantizar que el estudio se desarrolle con un marco conceptual sólido y uniforme, evitando discrepancias o errores de interpretación en los términos técnicos y legales empleados. De este modo, se asegura que los conceptos relacionados **con acahual y vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas** sean comprendidos y aplicados de manera correcta dentro del análisis. Ello permite que la información presentada en la MIA-P sea consistente, transparente y conforme al marco jurídico vigente, fortaleciendo la validez técnica y legal del documento ante la autoridad evaluadora. En consecuencia, el uso adecuado de estas definiciones no solo facilita la interpretación del contenido del estudio, sino que también contribuye a una evaluación más precisa por parte de la DGIRA de la SEMARNAT, favoreciendo un proceso de dictaminación objetivo y apegado a derecho.
Artículo 139, Sección VI. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: **I.** Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; **II.** Lugar y fecha; **III.** Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y **IV.** Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: **I.** Copia simple de la identificación oficial del solicitante;	Por la construcción de las gazas 2 y 3, será necesaria la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha** lo que implica el cambio de uso de suelo. Por lo tanto, en su momento se llevará a cabo el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT, con el fin de contar con cada uno de los permisos necesario para la ejecución del proyecto. Para cumplir en su totalidad con los requisitos para el ingreso del Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de cumplirán con cada uno de los requisitos establecido en el artículo en análisis.

Artículo	Vinculación
II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; **III.** Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; **IV.** Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y **V.** El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital	

3.5.2.4 Ley de Aguas Nacionales

La presente Ley 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, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de diciembre de 1992, su última reforma fue el 08 de mayo de 2023. En la Tabla 45 se muestra la vinculación del proyecto con la Ley en estudio.

Tabla 45. Vinculación con la LAN.

Artículo	Vinculación
Artículo 3, Capítulo Único, Título Primero: Para los efectos de esta Ley se entenderá por: **I. "Aguas Nacionales":** Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. **II. "Acuífero":** Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. **IV. "Aguas del subsuelo":** Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre. **VI. "Aguas Residuales":** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas; **XI. "Cauce de una corriente":** El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad. **XX. "Delimitación de cauce y zona federal":** Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos,	Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), se consideran de manera puntual las definiciones establecidas en **Ley de Aguas Nacionales (LAN)**, La integración de estas definiciones tiene como finalidad garantizar que el estudio se desarrolle con un marco conceptual sólido y uniforme, evitando discrepancias o errores de interpretación en los términos técnicos y legales empleados. De este modo, se asegura que los conceptos relacionados **con aguas nacionales, acuíferos, aguas del subsuelo, aguas residuales, cauce de una corriente, delimitación de cauce y zona federal, ribera o zona federal** sean comprendidos y aplicados de manera correcta dentro del análisis. Ello permite que la información presentada en la MIA-P sea consistente, transparente y conforme al marco jurídico vigente, fortaleciendo la validez técnica y legal del documento ante la autoridad evaluadora. En consecuencia, el uso adecuado de estas definiciones no solo facilita la interpretación del contenido del estudio, sino que también contribuye a una evaluación más precisa por parte de la DGIRA de la SEMARNAT, favoreciendo un proceso de dictaminación objetivo y apegado a derecho.

Artículo	Vinculación
hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal. **XLVII. "Ribera o Zona Federal":** Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;	
Artículo 86 Bis-2, Capítulo I, Título Séptimo. 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.	Dentro del área donde se llevará a cabo la Modernización del Entronque Paso Toro **no se localizan escorrentías identificadas por el Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas del INEGI;** sin embargo, esto no es restricción para implementar una adecuada gestión de residuos peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos generados en cada una de las etapas que integral en proyecto. Las medidas que contemplan la gestión adecuada de los residuos con las siguientes: ♦ **Residuos Peligrosos:** 1. Identificación y clasificación conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005. 2. Almacenamiento temporal en sitios techados, con piso impermeable, ventilación y contenedores etiquetados. 3. Registro de generación y bitácora de movimientos de residuos peligrosos. 4. Contratación de empresas autorizadas por SEMARNAT para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. 5. Capacitación al personal en manejo seguro, respuesta a emergencias y uso de EPP. ♦ **Residuos de Manejo Especial** 1. Separación en sitio de residuos como llantas, escombros, plásticos de gran volumen, residuos metálicos y maderas. 2. Reutilización de materiales pétreos y de construcción en actividades de relleno o nivelación. 3. Entrega de residuos a centros de acopio o empresas autorizadas para reciclaje o disposición adecuada. 4. Establecimiento de convenios con recicladoras locales para chatarra, plásticos y madera. ♦ **Residuos Sólidos Urbanos** 1. Colocación de contenedores diferenciados (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) en las áreas de obra y campamentos. 2. Recolección periódica mediante servicios municipales o empresas autorizadas. 3. Campañas de sensibilización para el personal sobre separación de residuos. 4. Disposición en sitios autorizados por el municipio, evitando tiraderos clandestinos. Con estas acciones no solo se evita la contaminación de los cuerpos de agua adyacente, así mismo se evita la contaminación al suelo, por lo tanto, estas acciones son integrales.
Artículo 87, Capítulo I, Título Séptimo. "La Autoridad del Agua" determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas	Las normas oficiales mexicanas establecidas para regular las descargas de aguas residuales son:

Artículo	Vinculación
de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas, mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, las cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observancia. Las declaratorias contendrán: I. La delimitación del cuerpo de agua clasificado; II. Los parámetros que deberán cumplir las descargas según el cuerpo de agua clasificado conforme a los periodos previstos en el reglamento de esta Ley; III. La capacidad del cuerpo de agua clasificado para diluir y asimilar contaminantes, y IV. Los límites máximos de descarga de los contaminantes analizados, base para fijar las condiciones particulares de descarga.	♦ Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEMARNAT-2021,** Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. ♦ Norma Oficial Mexicana **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. En los numerales 3.3.6.1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. y 3.3.6.2 Norma Oficial Mexicana 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. se muestra la vinculación del proyecto con estas normas oficiales mexicanas.
Artículo 88, Capítulo I, Título Séptimo. 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.	Las aguas residuales que se generan por el desarrollo del proyecto provienen del uso de sanitarios portátiles; este servicio será contratado por una empresa especializada, la cual recolectara las aguas residuales, las tratará y dispondrá; ya sea en un cuerpo federal (NOM-001-SEMARNAT-2021) o en el alcantarillado municipal (NOM-002-SEMARNAT-1996). Como evidencia de este cumplimiento, el PROMOVENTE o en su caso la empresa constructora debe solicitar evidencia de los permisos de descarga aguas residuales, ya se emitido por CONAGUA o en su por la autoridad competente del municipio de Medellín, Veracruz.
Artículo 96 - Bis 1, Capítulo II, Título Séptimo. Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar o compensar el daño ambiental causado en términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño.	
Artículo 119. Capítulo II, Título Decimo. "La Autoridad del Agua" sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas: **I.** Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean 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 el acuífero; **II.** Explotar, usar o aprovechar aguas nacionales residuales sin cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas en la materia y en las condiciones particulares establecidas para tal efecto; **V.** Ocupar o aprovechar vasos, cauces, canales, zonas federales, zonas de protección y demás bienes a que se refiere el Artículo 113 de esta Ley, sin el título de concesión; **VIII.** Explotar, usar o aprovechar aguas nacionales sin el título respectivo, cuando así se requiere en los términos de la presente Ley; **XIV.** Arrojar o depositar cualquier contaminante, en contravención a las disposiciones legales, en ríos, cauces, vasos, lagos, lagunas, esteros, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, o infiltrar materiales y sustancias que contaminen las aguas del subsuelo;	El promovente es consciente de las sanciones administrativas establecidas en la Ley de Aguas Nacionales; y por tal motivo, en un carácter preventivo para evitar daños ambientales, empleara las siguientes medidas de prevención y mitigación: ♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua. ♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua". ♦ Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles. ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto. ♦ Suministro permanente de agua potable para los trabajadores. Para mayor información se recomienda revisar el capítulo VI de la MIA-P.

Artículo	Vinculación
XVII. Ocasionar daños ambientales considerables o que generen desequilibrios, en materia de recursos hídricos de conformidad con las disposiciones en la materia	

3.5.2.4.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994, su última reforma fue el 25 de agosto de 1994. En la Tabla 46 se muestra la vinculación de este reglamento con el proyecto.

Tabla 46. Vinculación con el R-LAN.

Artículo	Vinculación
Artículo 2, Capítulo Único, Título Primero: Para los efectos de este "Reglamento", se entiende por: **II.** Aguas residuales: las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso. **III.** Barranca profunda: hendedura pronunciada que se forma en el terreno, por el flujo natural del agua, en que la profundidad es mayor a 5 veces la anchura. **V.** Corriente permanente: la que tiene un escurrimiento superficial que no se interrumpe en ninguna época del año, desde donde principia hasta su desembocadura. **VI.** Corriente intermitente: la que solamente en alguna época del año tiene escurrimiento superficial. **VII.** Cuerpo receptor: la corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos. **IX.** Demarcación de cauce y zona federal: trabajos topográficos para señalar físicamente con estacas o mojoneras en el terreno, la anchura del cauce o vaso y su zona federal. **XI.** Descarga: la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.	Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), se consideran de manera puntual las definiciones establecidas en el **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN)**. La integración de estas definiciones tiene como finalidad garantizar que el estudio se desarrolle con un marco conceptual sólido y uniforme, evitando discrepancias o errores de interpretación en los términos técnicos y legales empleados. De este modo, se asegura que los conceptos relacionados **aguas residuales, barranca profunda, corriente permanente, corriente intermitente, cuerpo recepto, demarcación d cause y zona federal, descara** sean comprendidos y aplicados de manera correcta dentro del análisis. Ello permite que la información presentada en la MIA-P sea consistente, transparente y conforme al marco jurídico vigente, fortaleciendo la validez técnica y legal del documento ante la autoridad evaluadora. En consecuencia, el uso adecuado de estas definiciones no solo facilita la interpretación del contenido del estudio, sino que también contribuye a una evaluación más precisa por parte de la DGIRA de la SEMARNAT, favoreciendo un proceso de dictaminación objetivo y apegado a derecho.
Artículo 18, Capítulo IV, Título Segundo: Los usuarios podrán explotar, usar o aprovechar el agua, directamente o a través de la forma de organización que mejor les convenga, para lo cual se podrán constituir en alguna de las personas morales reconocidas en la legislación vigente	El agua que se requiera para la ejecución de las actividades asociadas será obtenida exclusivamente a través de distribuidores que cuenten con título de concesión vigente para su uso y explotación. Esta medida tiene como objetivo garantizar que la adquisición del recurso hídrico se realice de manera legal y regulada, cumpliendo con la normatividad aplicable en materia de gestión del agua. Asimismo, se llevará un registro detallado de las cantidades de agua adquiridas y utilizadas, con la finalidad de acreditar la legalidad de su obtención y promover un uso responsable y eficiente del recurso durante todo el desarrollo del proyecto. De este modo, se asegura que las operaciones de obra se realicen en estricto apego a la Ley de Aguas Nacionales y demás disposiciones relacionadas, evitando impactos negativos sobre los cuerpos de agua y el entorno circundante.
Artículo 29, Capítulo II, Título Cuarto. Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente.	
Artículo 134, Capítulo Único, Título Séptimo. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	Las medidas preventivas y de mitigación para prevenir la contaminación de agua durante las diferentes etapas que componen la el desarrollo del proyecto, son las siguientes: ♦ Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua. ♦ Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua". ♦ Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles. ♦ Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto. ♦ Suministro permanente de agua potable para los trabajadores.
Artículo 135. Capítulo Único, Título Séptimo. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: **I.** Contar con **el permiso de descarga de aguas residuales** que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;	Las aguas residuales generadas durante el desarrollo del proyecto provendrán del uso de sanitarios portátiles. En este sentido, la empresa contratada para brindar dicho servicio será la responsable de realizar la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, ya sea mediante descarga en un cuerpo receptor federal conforme a lo establecido en **la NOM-001-SEMARNAT-2021**, o en el sistema de alcantarillado municipal, de acuerdo con la **NOM-002-SEMARNAT-1996.**

Artículo	Vinculación
II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; **III.** Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; **IV.** Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; **V.** Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente; **VI.** Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado; **VII.** Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores; **VIII.** Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento"; **IX.** Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias; **X.** Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables.	Como parte del cumplimiento normativo, el promovente o, en su caso, la empresa constructora, deberá solicitar y conservar la evidencia documental de los permisos de descarga de aguas residuales, ya sea emitidos por la CONAGUA o por la autoridad competente del municipio de Medellín, Veracruz, según corresponda.

3.5.2.5 Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La presente 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. Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre de 2003, su última reforma fue el 08 de mayo de 2023. En la Tabla 47 se muestra la vinculación del proyecto con la Ley en análisis.

Tabla 47. Vinculación con la LGPGIR

Artículo	Vinculación
Artículo 16, Capítulo Único, Título Tercero. La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Por la naturaleza de las actividades a ejecutar se prevé la generación de residuos peligrosos, para esto deberá identificarse la fuente especifica de generación, así como clasificar cada uno de los residuos generados ya sea por estado físico o característica CRETIB y cumplir con cada una de las obligaciones de la LGPGIR y su respectivo reglamento. En las áreas donde se lleven cabo las diferentes actividades del proyecto se colocarán contenedores temporales para la disposición de los residuos peligros, y al finalizar la jornada laboral o de acuerdo al criterio del responsable de medio ambiente serán trasladados al almacén temporal de residuos donde un periodo no mayor a 6 meses deberá ser recolectados por una empresa autorizada por la autoridad competente para dicha actividad. Asimismo, La gestión de estos residuos se realizará conforme a la normatividad aplicable, en particular lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento. Esto incluye: 1. Identificación y clasificación adecuada de los residuos peligrosos. 2. Almacenamiento temporal en sitios seguros, impermeables y debidamente señalizados, con contención secundaria.

Artículo	Vinculación
	3. Contratación de empresas autorizadas por la SEMARNAT para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. 4. Registro de bitácoras de generación y manifiestos de entrega-recepción, como parte del cumplimiento de obligaciones legales. Estas acciones aseguran que los residuos peligrosos no representen un riesgo para el medio ambiente ni para la salud humana durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 18, Capítulo Único, Título Tercero. 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	Dentro de las actividades del proyecto se prevé la generación de RSU como papel, basura en general, etc., estos serán recolectados a lo largo del frente de trabajo y colocados en contenedores para que después sean recolectados por el servicio de limpia municipal.
Artículo 19, Capítulo Único, Título Tercero. 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: I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	En el marco de las actividades relacionadas con el proyecto, se generarán residuos de manejo especial tales como: sobrantes de carpeta asfáltica, concreto, piezas de madera, señalética en desuso, trafitambos, entre otros. Para su adecuada disposición, se implementará una **gestión integral de residuos**, que incluirá: 1. Identificación de los puntos de generación. 2. Colocación de contenedores debidamente rotulados para la segregación de cada tipo de residuo. 3. Traslado de los residuos acumulados a almacenes temporales. 4. Recolección y disposición final por parte de empresas autorizadas. De manera complementaria, se llevará el control documental mediante **bitácoras de generación** y **manifiestos de entrega-recepción**, garantizando así la trazabilidad y cumplimiento de la normativa aplicable.
Artículo 40, Capítulo I, Título Quinto. Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. **Artículo 41, Capítulo I, Título Quinto.** Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Para gestionar adecuadamente los residuos peligrosos generados en cada una de las actividades del proyecto; se llevarán a cabo las siguientes acciones: 1. Identificar los puntos de generación. 2. Clasificar los residuos de acuerdo al código CRETIB. 3. Segregarlos y colocarlos en contenedores debidamente identificados. 4. Almacenarlos temporalmente en el almacén de residuos peligrosos. 5. Gestionar su recolección – transporte – disposición final ante empresas autorizadas. 6. Llevar el control de generación de residuos mediante una bitácora y lo manifiestos de entrega recepción. 7. Levar la trazabilidad de los volúmenes de generación. Adicionalmente, la empresa ejecutora de la Obra debe autocategorizarse como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT.
Artículo 42, Capítulo I, Título Quinto. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable.	Para la **recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos** generados durante las actividades del proyecto, se contratará a una empresa debidamente **autorizada y registrada ante la SEMARNAT**, con el fin de garantizar que estas actividades se lleven a cabo en estricto cumplimiento de la **LGPGIR** y demás disposiciones aplicables. Esta medida tiene como objetivo asegurar una gestión ambientalmente adecuada de los residuos que, por sus características, representan un riesgo potencial para la salud humana y el equilibrio ecológico. Asimismo, los **vehículos de transporte** utilizados para el traslado de residuos peligrosos deberán cumplir con la normatividad vigente en materia de **seguridad y transporte de materiales y residuos peligrosos**, contando con las **licencias y permisos emitidos por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT)**. De igual manera, deberán estar debidamente rotulados y acondicionados para prevenir fugas, derrames o incidentes durante su traslado. Finalmente, el **promovente o la empresa constructora** tendrá la responsabilidad de solicitar y conservar la **documentación comprobatoria** de cada movimiento de residuos peligrosos, incluyendo **manifiestos de entrega, transporte y recepción**, así como los certificados de disposición final emitidos por la empresa autorizada. Con ello se asegura la trazabilidad de los residuos, la transparencia del proceso y el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de protección ambiental.

Artículo	Vinculación
Artículo 43, Capítulo I, Título Quinto. 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 constructora antes de iniciar con los trabajos de modernización deberá presentar su a autocategorización como generador de residuos peligrosos mediante el formato **SEMARNAT-07-017** Registro de generadores de residuos peligrosos. Con esta acción se graniza que se cumple con los requisitos en materia de residuos peligrosos para el desarrollo del proyecto.
Artículo 44, Capítulo II, Título Quinto. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	Durante los trabajos del proyecto, se espera una generación anual de hasta 400 kg, por lo tanto, se autocategorizan como microgenerador de residuos peligrosos.
Artículo 45, Capítulo II, Título Quinto. Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	La clasificación de los residuos peligrosos se hará desde el punto de generación y de acuerdo al siguiente código: C: corrosivo R: reactivo. E: explosivo T: tóxico I: inflamable B: Biológico – infeccioso Con estas acciones se garantiza una adecuada identificación y segregación de residuos peligrosos desde su punto de generación.
Artículo 48, Capítulo II, Título Quinto. Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	Previo al inicio de las actividades de modernización, la empresa constructora deberá presentar su autocategorización como generador de residuos peligrosos, a través del formato SEMARNAT-07-017, Registro de Generadores de Residuos Peligrosos. Con esta medida se asegura el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de residuos peligrosos, garantizando que el manejo de los mismos durante el desarrollo del proyecto se realice en apego a la normatividad ambiental vigente.
Artículo 54, Capítulo IV, Título Quinto. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Se contará con **recipientes debidamente rotulados y diferenciados** para la **segregación de residuos**, con el objetivo de facilitar su identificación, manejo y disposición final conforme a sus características y tipo. Estos contenedores estarán clasificados para **residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos**, utilizando códigos de color y señalización visible, de acuerdo con la normatividad aplicable. Asimismo, los recipientes serán colocados en **áreas estratégicas dentro de la zona de obra y campamentos**, a fin de promover la separación en la fuente y evitar la mezcla de materiales incompatibles que puedan generar riesgos a la salud de los trabajadores o impactos negativos al ambiente. De igual manera, se implementará un **programa de capacitación y sensibilización** dirigido al personal de la obra, para asegurar el uso correcto de los recipientes y fomentar una cultura de manejo responsable de los residuos, garantizando con ello la trazabilidad y adecuada gestión de los mismos.
Artículo 67, Capítulo IV, Título Quinto. En materia de residuos peligrosos, está prohibido: **I.** El transporte de residuos por vía aérea; **II.** El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables; **III.** El confinamiento de compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados, los compuestos hexaclorados y otros, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan	Durante la gestión de los residuos peligrosos se acatarán las prohibiciones establecidas en el Artículo 67, Capítulo IV, Título Quinto de la LGPGIR, asi como las que se desglosen de las medidas de mitigación establecidas en esta MIA-P. Con estas acciones se garantiza la protección del medio ambiente, previniendo la contaminación provocada por una mala gestión de los residuos peligrosos.

<table>
<tr><th>Artículo</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>concentraciones superiores a 50 partes por millón de dichas sustancias, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo;
IV. La mezcla de bifenilos policlorados con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos;
V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;
VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;
VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;
VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y
IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.</td><td></td></tr>
<tr><td>**Artículo 68, Capítulo V, Título Quinto.**
Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.
Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</td><td rowspan="2">En el caso de que existan pasivos ambientales derivados de una inadecuada gestión de los residuos peligrosos, la constructora y/o el promovente deberá garantizar las acciones de remediación en los sitios.
Estas actividades deben realizarse de acuerdo a las técnicas más actualizadas en temas de biorremediación y a los procedimientos establecido en las Normas Mexicanas (NMX), cumpliendo en cada momento con los LMP establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.</td></tr>
<tr><td>**Artículo 69, Capítulo V, Título Quinto.**
Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</td></tr>
<tr><td>**Artículo 106, Capítulo III, Título Séptimo.**
De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las siguientes actividades:
I. Acopiar, almacenar, transportar, tratar o disponer finalmente, residuos peligrosos, sin contar con la debida autorización para ello;
II. Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta Ley y la normatividad que de ella se derive, así como en las propias autorizaciones que al efecto se expidan, para evitar daños al ambiente y la salud;
III. Mezclar residuos peligrosos que sean incompatibles entre sí;
IV. Verter, abandonar o disponer finalmente los residuos peligrosos en sitios no autorizados para ello;
V. Incinerar o tratar térmicamente residuos peligrosos sin la autorización correspondiente;
VI. Importar residuos peligrosos para un fin distinto al de reciclarlos.
VII. Almacenar residuos peligrosos por más de seis meses sin contar con la prórroga correspondiente.</td><td>Las acciones que se llevaran a cabo para evitar las actividades establecidas en el art. 106, capitulo III, título séptimo de la LGPGIR son las siguientes:
<table>
<tr><th>Fracción</th><th>Acción</th></tr>
<tr><td>**I.** Acopiar, almacenar, transportar, tratar o disponer finalmente, residuos peligrosos, sin contar con la debida autorización para ello;</td><td>La empresa constructora se dará de alta como generador de residuos peligroso, en la categoría como microgenerador, debido a que se espera que se tenga una generación anual igual a 400 kg.</td></tr>
<tr><td>**II.** Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta Ley y la normatividad que de ella se derive, así como en las propias autorizaciones que al efecto se expidan, para evitar daños al ambiente y la salud;</td><td>A lo largo de la vinculación de la LGPGIR y se reglamentó de describen las pautas a realizar para el cumplimiento de la gestión integral de los residuos</td></tr>
<tr><td>**III.** Mezclar residuos peligrosos que sean incompatibles entre sí;</td><td>La empresa constructora deberá desarrollar una matriz de incompatibilidad de residuos peligrosos generados en cada una de las actividades</td></tr>
<tr><td>**IV.** Verter, abandonar o disponer finalmente los residuos peligrosos en sitios no autorizados para ello;</td><td>Se contratará a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>**V.** Incinerar o tratar térmicamente residuos peligrosos sin la autorización correspondiente</td><td>No se realizará la incineración térmica de los residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>**VI.** Importar residuos peligrosos para un fin distinto al de reciclarlos</td><td>No se realizará la importación de los residuos peligrosos generados en las diferentes etapas de proyecto.</td></tr>
<tr><td>**VII.** Almacenar residuos peligrosos por más de seis meses sin contar con la prórroga correspondiente.</td><td>Se dispondrán los residuos en un periodo no mayor de 6 meses, este periodo de entrega se evidenciará con los manifestó de entrega recepción de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>**VIII.** Transferir autorizaciones para el manejo integral de residuos peligrosos, sin el consentimiento previo por escrito de la autoridad competente.</td><td>No se realizará la transferencia de residuos peligrosos generados en el proyecto.</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Artículo</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>VIII. Transferir autorizaciones para el manejo integral de residuos peligrosos, sin el consentimiento previo por escrito de la autoridad competente;
IX. Proporcionar a la autoridad competente información falsa con relación a la generación y manejo integral de residuos peligrosos.
X. Transportar residuos peligrosos por vía aérea.
XI. Disponer de residuos peligrosos en estado líquido o semisólido sin que hayan sido previamente estabilizados y neutralizados.
XII. Transportar por el territorio nacional hacia otro país, residuos peligrosos cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos.
XIII. No llevar a cabo por sí o a través de un prestador de servicios autorizado, la gestión integral de los residuos que hubiere generado.
XIV. No registrarse como generador de residuos peligrosos cuando tenga la obligación de hacerlo en los términos de esta Ley.
XV. No dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos peligrosos.
XVI. No cumplir los requisitos que esta Ley señala en la importación y exportación de residuos peligrosos.
XVII. No proporcionar por parte de los generadores de residuos peligrosos a los prestadores de servicios, la información necesaria para su gestión integral.
XVIII. No presentar los informes que esta Ley establece respecto de la generación y gestión integral de los residuos peligrosos.
XIX. No dar aviso a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes o pérdida de residuos peligrosos, tratándose de su generador o gestor.
XX. No retirar la totalidad de los residuos peligrosos de las instalaciones donde se hayan generado o llevado a cabo actividades de manejo integral de residuos peligrosos, una vez que éstas dejen de realizarse;
XXI. No contar con el consentimiento previo del país importador del movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos que se proponga efectuar;
XXII. No retornar al país de origen, los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal.
XXIII. Incumplir con las medidas de protección ambiental, tratándose de transporte de residuos peligrosos,</td><td>
<table>
<tr><td>IX. Proporcionar a la autoridad competente información falsa con relación a la generación y manejo integral de residuos peligrosos.</td><td>La información plasmada en los registros de la gestión integral de los residuos peligrosos se hará con datos que sustente dicha gestión.</td></tr>
<tr><td>X. Transportar residuos peligrosos por vía aérea.</td><td>No se llevará a cabo el transporte de los residuos por vía aérea.</td></tr>
<tr><td>XI. Disponer de residuos peligrosos en estado líquido o semisólido sin que hayan sido previamente estabilizados y neutralizados.</td><td>Antes de disponer los residuos peligrosos serán estabilizados y maestralizados de manera adecuada.</td></tr>
<tr><td>XII. Transportar por el territorio nacional hacia otro país, residuos peligrosos cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos.</td><td>No se trasportarán residuos peligrosos fuera del territorio nacional.</td></tr>
<tr><td>XIII. No llevar a cabo por sí o a través de un prestador de servicios autorizado, la gestión integral de los residuos que hubiere generado.</td><td>La gestión de los residuos se llevará de manera integral, con acompañamiento de una empresa autorizada por SEMARNAT</td></tr>
<tr><td>XIV. No registrarse como generador de residuos peligrosos cuando tenga la obligación de hacerlo en los términos de esta Ley.</td><td>Se realizará el registro como generador de residuos peligros de acuerdo a la autocategorización</td></tr>
<tr><td>XV. No dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos peligrosos.</td><td>Se identifican, clasifican, envasan y etiqueta los residuos generados</td></tr>
<tr><td>XVI. No cumplir los requisitos que esta Ley señala en la importación y exportación de residuos peligrosos.</td><td>Se cumplen con los requisitos de la LGPGIR y su reglamento</td></tr>
<tr><td>XVII. No proporcionar por parte de los generadores de residuos peligrosos a los prestadores de servicios, la información necesaria para su gestión integral.</td><td rowspan="2">La constructora será encargada de presentar toda la información necesaria para la gestión de los residuos.</td></tr>
<tr><td>XVIII. No presentar los informes que esta Ley establece respecto de la generación y gestión integral de los residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>XIX. No dar aviso a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes o pérdida de residuos peligrosos, tratándose de su generador o gestor.</td><td>En el caso de que suceda una emergencia, se presentara toda la información necesaria</td></tr>
<tr><td>XX. No retirar la totalidad de los residuos peligrosos de las instalaciones donde se hayan generado o llevado a cabo actividades de manejo integral de residuos peligrosos, una vez que éstas dejen de realizarse.</td><td>Se retirarán los residuos peligros, en intervalos de tiempo no mayor a 6 meses.</td></tr>
<tr><td>XXI. No contar con el consentimiento previo del país importador del movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos que se proponga efectuar.</td><td rowspan="2">No se importarán residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><td>XXII. No retornar al país de origen, los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal.</td></tr>
<tr><td>XXIII. Incumplir con las medidas de protección ambiental, tratándose de transporte de residuos peligrosos,</td><td>Se llevarán a cabo las medidas de protección ambiental, tanto en la generación de residuos, como en el trasporte de estos.</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

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

El presente ordenamiento 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. Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, su última reforma fue el 31 de octubre de 2006. En la Tabla 48 se muestra la vinculación del proyecto con el R-LGPGIR.

Tabla 48. Vinculación con el R-LGPGIR.

Artículo	Vinculación
Artículo 35, Capítulo I, Título Cuarto. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley. II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad,	Se realizará una clasificación adecuada de los residuos peligrosos de acuerdo a la siguiente clasificación: C: corrosivo R: reactivo E: explosivo T: tóxico I: inflamable B: biológico infeccioso

Artículo	Vinculación
toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y	Con esta clasificación se garantiza una adecuada gestión de los residuos peligrosos, desde su punto de generación hasta su disposición final.
Artículo 39, Capítulo I, Título Cuarto. Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.	Se tendrá especial cuidado en la gestión de los residuos peligrosos, evitando en todo momento su mezcla con aquellos que no poseen dicha característica. Esta medida busca no sólo prevenir un incremento innecesario en el volumen de residuos peligrosos generados, sino también reducir riesgos de contaminación, facilitar su correcto manejo, transporte y disposición final, y garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.
Artículo 40. Capítulo I, Título Cuarto. La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	
Artículo 42, Capítulo II, Título Cuarto. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.	Durante los trabajos del proyecto, se espera una generación anual de hasta 400 kg, por lo tanto, se autocategorizan como microgenerador de residuos peligrosos.
Artículo 83, Sección I, Capítulo IV, Título Cuarto. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: 1. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; 2. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, **3.** Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.	El almacenamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo bajo lineamientos que aseguren una gestión ambientalmente adecuada. Para ello, se implementará un sistema de control en el que los residuos se resguarden en recipientes claramente identificados de acuerdo con sus características de peligrosidad e incompatibilidad, reduciendo el riesgo de fugas, derrames, emisiones, explosiones o incendios. Asimismo, los sitios destinados a su almacenamiento estarán diseñados para prevenir la transferencia de contaminantes al ambiente, garantizando la seguridad de los trabajadores y evitando la afectación al suelo y cuerpos de agua circundantes. Estas acciones se realizarán conforme a lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la microgeneracion de residuos peligrosos, lo que permitirá dar cumplimiento a la legislación vigente y fortalecer el compromiso del proyecto con la protección ambiental y la seguridad de la comunidad.
Artículo 84, Sección I, Capítulo IV, Título Cuarto. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	La gestión de los residuos peligrosos se sujetará a lo dispuesto en el **Artículo 84, Sección I, Capítulo IV, Título Cuarto**, el cual establece que, una vez captados y envasados, dichos residuos deben ser remitidos a un almacén autorizado, donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. Lo anterior garantiza que los residuos generados durante las actividades constructivas no se acumulen de manera indebida, reduciendo riesgos de contaminación al suelo, agua o aire, así como posibles afectaciones a la salud de los trabajadores y de la población aledaña. Con ello, el proyecto asegura el cumplimiento normativo y reafirma su compromiso con la prevención de impactos ambientales negativos.

3.5.2.6 Ley General de Cambio Climático.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Esta ley fue publicada el 06 de junio de 2012, su última reforma fue el 01 de abril de 2024. A continuación, se muestra la vinculación del proyecto con esta Ley.

Tabla 49. Vinculación con la LGCC.

Artículo	Vinculación
Artículo 88, Capítulo VIII, Título Quinto. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	Durante la etapa de construcción y operación del proyecto, se llevará un registro sistemático de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), con el objetivo de identificar las fuentes principales de emisión, cuantificar su impacto y establecer medidas de mitigación. Este registro incluirá emisiones directas provenientes del uso de maquinaria pesada, vehículos de transporte, consumo de combustibles fósiles, así como emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y otras actividades auxiliares. El seguimiento se realizará conforme a metodologías reconocidas, como el Protocolo GEI y la guía del IPCC, y será parte integral del sistema de gestión ambiental del proyecto. La información generada permitirá evaluar el desempeño ambiental en términos de emisiones, facilitar la toma de decisiones orientadas a la eficiencia energética y al uso de tecnologías limpias, y, en su caso, cumplir con los requisitos de reporte ante autoridades ambientales competentes.
Artículo 114, Capítulo III. Título Noveno. En caso de que las personas físicas o morales responsables de las fuentes emisoras sujetas a reporte no entreguen la información, datos o documentos requeridos por la Secretaría en el plazo señalado, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá imponer una multa de quinientos a tres mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, sin menoscabo del cumplimiento inmediato de dicha obligación.	

3.5.2.6.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal. Este reglamento fue publicado el 28 de octubre de 2014, sin que se tenga reforma hasta la fecha de elaboración.

Tabla 50. Vinculación con el R-LGCC-RENE.

Artículo	Vinculación
Artículo 3, Capítulo I. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: **VI.** Sector Comercio y Servicios: **a.** Subsector construcción;	De conformidad con lo establecido en el Artículo 3, Capítulo I del Reglamento en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, el proyecto se ubica dentro de los sectores y subsectores definidos como Establecimientos Sujetos a Reporte, específicamente en el Sector Comercio y Servicios, Subsector Construcción. Asimismo, conforme al Artículo 4, Capítulo I, las actividades del proyecto —particularmente la construcción de vías de comunicación— están explícitamente consideradas dentro del grupo de actividades sujetas a reporte obligatorio ante el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). En cumplimiento de estas disposiciones, el promovente llevará a cabo la cuantificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generadas durante las etapas de construcción y operación. En caso de que la cuantificación anual de emisiones supere el umbral de 25,000 toneladas de CO_2 equivalente, se procederá con el reporte correspondiente en las plataformas oficiales establecidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de acuerdo con la normatividad vigente en materia de cambio climático. Por lo anterior, el promovente reconoce su responsabilidad de cumplir con las obligaciones establecidas en la legislación ambiental aplicable en materia de generación, manejo y reporte de emisiones, residuos y contaminantes, derivadas de las actividades de construcción y operación del sistema ferroviario.
Artículo 4, Capítulo I. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: **VI.** Sector Comercio y Servicios: **a.** Subsector construcción: **a.5.** Construcción de vías de comunicación;	

3.5.2.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Esta Ley fue publicada el 7 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación, su última reforma fue el 20 de mayo de 2021. En la Tabla 51 se muestra la vinculación del proyecto.

Tabla 51. Vinculación con la LFRA.

Artículo	Vinculación
Artículo 6, Capítulo Primero, Título Primero. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: **I.** Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, **II.** No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	Dentro de la MIA-P se identifican y describen los impactos ambientales asociados a cada una de las actividades previstas en el proyecto, los cuales se presentan en el Capítulo 5. En el Capítulo 6 se exponen las medidas de mitigación propuestas para atender dichos impactos, con el propósito de prevenir, reducir o compensar sus efectos adversos. De esta manera, se busca preservar las condiciones ambientales de la región y asegurar un desarrollo responsable del proyecto.
Artículo 10, Capítulo Segundo, Título Primero. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	En el marco de la ejecución del proyecto, se reconoce lo establecido en el artículo correspondiente, el cual determina que toda persona física o moral que ocasione, por acción u omisión, un daño al ambiente será responsable de su reparación, o en caso de no ser posible, de realizar la compensación ambiental que proceda conforme a la Ley. En este sentido, el proyecto integra medidas de prevención, control y mitigación ambiental que permiten evitar la generación de impactos negativos y, en su caso, garantizar la atención inmediata de cualquier afectación, evitando que el daño se incremente. Con ello, se asegura el cumplimiento de la legislación vigente y se refuerza el compromiso del proyecto con la protección del entorno natural y el bienestar de la población.

3.5.2.8 Ley Federal de Protección del Patrimonio Cultural de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas.

La presente Ley es de orden público, interés social y de observancia general en el territorio nacional. Tiene por objeto reconocer y garantizar la protección, salvaguardia y el desarrollo del patrimonio cultural y la propiedad intelectual colectiva de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, en términos de los artículos 1o., 2o., 4o., párrafo décimo segundo, y 73, fracción XXV, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los instrumentos internacionales en la materia. Los pueblos o comunidades equiparables a los pueblos y comunidades indígenas tendrán, en lo conducente, los mismos derechos establecidos en la presente Ley.

Tabla 52. Vinculación con la LFPPCPCIA.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Para el cumplimiento del objeto y fines de la presente Ley, se reconocen a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas como sujetos de derecho público, en los términos establecidos en la legislación nacional e internacional en la materia.	En el municipio de Medellín, no se ubicaron comunidades indígenas, sin embargo, se encuentran personas que hablan alguna lengua indígena. Sin embargo, estas no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto. Debido a que los trabajos a realizar serán puntuales y exclusivamente en el área donde se ubica el entronque Paso del Toro.
Artículo 8. Todo el patrimonio cultural de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas se entenderá reservado por el pueblo o comunidad que corresponda y estará prohibida	

Artículo	Vinculación
su utilización y aprovechamiento, salvo que éstos otorguen su consentimiento libre, previo e informado, de conformidad con la Ley General de Consulta de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas. Tendrán especial protección sus tradiciones, costumbres y ceremonias espirituales y religiosas, sus lugares sagrados y centros ceremoniales, objetos de culto, sistemas simbólicos o cualquier otro que se considere sensible para las comunidades, a fin de garantizar sus formas propias de vida e identidad, así como su supervivencia cultural.	

3.5.2.9 Código Penal Federal.

El Código Penal Federal es aplicable en toda la República para los delitos del orden federal, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 1931, su última reforma fue el 7 de junio de 2024. En la Tabla 53 se muestra su vinculación con el proyecto.

Tabla 53. Vinculación con el CPF.

Artículo	Vinculación
Artículo 416. Se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y de trescientos a tres mil días multa, al que ilícitamente descargue, deposite, o infiltre, lo autorice u ordene, aguas residuales, líquidos químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes en los suelos, subsuelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de competencia federal, que cause un riesgo de daño o dañe a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a la calidad del agua, a los ecosistemas o al ambiente. Cuando se trate de aguas que se encuentren depositadas, fluyan en o hacia un área natural protegida, la prisión se elevará hasta tres años más y la pena económica hasta mil días multa.	Este artículo establece la sanción aplicable tanto al PROMOVENTE como al EJECUTOR de la OBRA en caso de realizar una gestión ambiental inadecuada que derive en una acción ilícita relacionada con la descarga de aguas residuales, sustancias químicas, desechos o contaminantes en suelos, subsuelos, ríos, cuencas, vasos o corrientes de agua bajo jurisdicción federal. Estas acciones representan un riesgo y causan daños a los recursos naturales, la flora, la fauna, la calidad del agua, los ecosistemas y el medio ambiente. La sanción para quienes resulten responsables, en calidad de autores intelectuales o materiales de esta acción ilícita, será de uno a nueve años de prisión, además del pago de una multa que oscilará entre 300 y 3000 días de salario mínimo. Por lo anterior, el PROMOVENTE y el EJECUTOR de la OBRA, se comprometen a cumplir plenamente con cada una de las medidas de mitigación y compensación propuestas en el presente estudio, así como con las que establezca la autoridad evaluadora.
Artículo 418. Se impondrá pena de seis meses a nueve años de prisión y multa de cien a tres mil veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente, siempre que dichas actividades no se realicen en zonas urbanas, al que sin contar con la autorización previa de la autoridad competente: I. Desmonte o destruya la vegetación forestal. II. Corte, arranque, derribe o tale algún o algunos árboles. III. Cambie el uso de suelo en terrenos forestales sin la autorización expedida por la autoridad competente. La pena de prisión deberá aumentarse hasta en cuatro años más y la multa hasta en cinco mil veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente para el caso en el que, las conductas referidas en las fracciones del primer párrafo del presente artículo afecten un área natural protegida. Cuando las conductas a que se refiere este artículo se realicen empleando armas de fuego o por cualquier otro medio violento en contra de las personas o para obtener un lucro o beneficio económico, se le impondrá pena de tres a doce años de prisión y multa de quinientos a cinco mil veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente.	Este artículo establece la sanción aplicable al PROMOVENTE en caso de realizar el cambio de uso de suelo sin contar con las autorizaciones correspondientes emitidas por la autoridad evaluadora. La sanción aplicable por realizar una acción de este tipo será de seis a nueve años de prisión, así como una multa de cien a tres mil veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente. Por lo anterior, el PROMOVENTE gestionó los recursos materiales y financieros necesarios para someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental de la MIA-P. Una vez que la autoridad competente finalice la evaluación del estudio y emita el resolutivo, se procederá a realizar las actividades de cambio de uso de suelo en caso de obtener una resolución favorable; en caso contrario, no se llevará a cabo ninguna actividad.
Artículo 420 Quáter. Se impondrá pena de uno a cuatro años de prisión y de trescientos a tres mil días multa, a quien: I. Transporte o consienta, autorice u ordene que se transporte, cualquier residuo considerado como peligroso por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas o radioactivas, a un destino para el que no se tenga autorización para recibirlo, almacenarlo, desecharlo o abandonarlo. II. Asiente datos falsos en los registros, bitácoras o cualquier otro documento utilizado con el propósito de simular el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la normatividad ambiental federal.	La sanción de uno a cuatro años de prisión que se establece en este artículo se refiere a diversas acciones ilícitas que pueden presentarse en cada una de las etapas del proyecto. La fracción I se refiere a la gestión inadecuada de los residuos peligrosos generados en cada etapa del proyecto por parte del EJECUTOR de la OBRA. Para evitar esta acción ilícita, se contará con un prestador de servicios autorizado por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición final de este tipo de residuos. Las fracciones II y III se relacionan con la falsificación de información, datos y registros tanto en el estudio ambiental como durante la ejecución del proyecto, con el propósito de aparentar el cumplimiento de la legislación ambiental. La fracción IV señala la responsabilidad de quien elabore el estudio ambiental y de quien supervise su ejecución. La acción ilícita se configura al falsificar información, provocando daño a los recursos naturales, flora, fauna, ecosistemas, calidad del agua y medio ambiente.

Artículo	Vinculación
III. Destruya, altere u oculte información, registros, reportes o cualquier otro documento que se requiera mantener o archivar de conformidad a la normatividad ambiental federal. IV. Prestando sus servicios como auditor técnico, especialista o perito o especialista en materia de impacto ambiental, forestal, en vida silvestre, pesca u otra materia ambiental, faltare a la verdad provocando que se cause un daño a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a los ecosistemas, a la calidad del agua o al ambiente. V. No realice o cumpla las medidas técnicas, correctivas o de seguridad necesarias para evitar un daño o riesgo ambiental que la autoridad administrativa o judicial le ordene o imponga. Los delitos previstos en el presente Capítulo se perseguirán por querella de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.	La fracción V se refiere al incumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el estudio ambiental o las impuestas por la autoridad evaluadora. Esta sanción se aplicará tanto al PROMOVENTE como al EJECUTOR de la OBRA. Cada una de las partes en la que recae la acción del hecho ilícito son conscientes de la sanción a la que se sujetan.

3.5.3 Planes y Estrategias Nacionales

3.5.3.1 Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020 – 2040

La Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) se establece como el instrumento rector que, con un enfoque sistémico, configura la dimensión espacial y territorial del desarrollo de México en un horizonte de largo plazo, proyectado hacia 2020-2040.

La ENOT persigue objetivos de bienestar común, con una visión de largo plazo hasta 2040, y su alcance es transversal a todas las esferas del poder público involucradas en el ordenamiento territorial. Para ello, la ENOT contempla más de 400 Lineamientos Regionales y 76 Lineamientos Generales, agrupados en diez Objetivos Prioritarios y tres Ejes Nacionales, Alcanzar estos objetivos requiere de una coordinación equitativa y transparente entre todos los actores involucrados en el territorio, incluidos los sectores social y privado. Así, la ENOT define el rumbo que México deberá seguir durante las próximas dos décadas para lograr un escenario más sostenible en el uso y gestión de los recursos territoriales. Los tres ejes nacionales se encuentran los siguientes:

1. **Eje Nacional 1: Estructuración Territorial.** Es la identificación, localización, y articulación de los usos del suelo en el Sistema Nacional Territorial que vinculan a las redes de infraestructura con los nodos estratégicos, el equipamiento y los servicios en armonía con la preservación del ambiente.

2. **Eje Nacional 2: Desarrollo Territorial.** Es el proceso de mejoramiento del bienestar de la población en el territorio nacional, garantizando la justicia socio-especial, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, y la mitigación y adaptación al cambio climático con el impuso de las fuerzas socio-políticas, culturales, económicas y tecnologías.

3. **Eje Nacional 3: Gobernanza Territorial.** Se trata de la consolidación de espacios de dialogo e inclusión, coordinación y concertación entre los diversos actores de la sociedad y las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, con base en el Sistema General de Planeación Territorial y las normas e instrumentos para su operación del territorio.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, se vincula con el **Eje Nacional 2. Desarrollo Territorial**, a continuación, se establece la **vinculación jurídica - ambiental** con el proyecto.

Tabla 54. Vinculación con la ENOT 2020-2040

Eje Nacional	Objetivos	Lineamientos Generales	Vinculación
Desarrollo territorial	**2.3** Restaurar, proteger, conservar y aprovechar de manera sostenible los ecosistemas para asegurar sus servicios ambientales y actuales.	**2.3.3** Impulsar la incorporación de sitios que albergan una extraordinaria biodiversidad y que se encuentran bajo amenaza ya sea al Sistema Nacional de ANP, como ANP de competencia estatal, municipal o como áreas destinadas voluntariamente a la Conservación: a través de la vinculación de los instrumentos de planeación territorial con los instrumentos de protección y conservación ambiental considerando en estas tareas a las comunidades que las habitan y dependen de estos territorios.	Este lineamiento no es vinculable con el proyecto, debido a que este último no promueve la incorporación de ANP Federales y/o Estatales.
		2.3.7 Impulsar la generación y el fortalecimiento de políticas públicas para promover la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, así como el mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos en la propuesta y desarrollo de proyectos de infraestructura o estratégicos, además de impulsar otras acciones (campañas, acciones transversales y colaboraciones internacionales) orientadas a mantener y restablecer la integridad de los ecosistemas, procesos migratorios, servicios de polinización, centros de origen de especies domesticadas, conectividad y procesos biológicos, conocimientos tradicionales y diversidad cultural, en particular en aquellas áreas de alta relevancia para la conservación de especies en riesgo o endémicas, a través de la articulación de los instrumentos de planeación, gestión territorial y de política ambiental.	El proyecto promueve una política de conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, debido a que desde su diseño busco aprovechar en todo momento a la superficie existente para la construcción de las gazas 1, 2 y 3. En el caso de la gaza 2 se localiza completamente dentro del DDV sin que se requiera la remoción de la vegetación forestal. Por su parte, para la construcción de la gaza 2 y 3; se requerirá la remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de **0.74.**
	2.4 Promover las acciones de prevención, mitigación, adaptación y remediación ante los efectos ocasionados por el cambio climático, así como por otros fenómenos de origen natural o antropogénico.	**2.4.1** Contribuir en las acciones en materia de mitigación y adaptación ante el cambio climático y el aumento de la vulnerabilidad de la sociedad, a través de la incorporación de criterios para la mejora de las capacidades adaptativas del territorio en los instrumentos de OT que consideren las condiciones en la vivienda, la movilidad y el espacio público.	Las actividades del proyecto, se requerirá el uso de maquinaria y equipo, que utilizará como fuente de energía combustibles fósiles. Sin embargo, se proponen una serie de medias para mitigarlas, mismas que pueden ser consultadas en el capítulo 6 de la MIA-P.

3.5.3.2 Estrategia Nacional de Cambio Climático.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático guiará las acciones de los gobiernos, federal, estatal y municipal para implementar, en el mediano y largo plazo, y los periodos administrativos correspondientes, las acciones que permitan cumplir las metas establecidas en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) y potenciar la implementación de medidas de mitigación y de adaptación.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático plantea que la Política Nacional de Cambio Climático en el mediano y largo plazo, debe abordarse desde tres componentes:

1. **Componente de Mitigación**. Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero. Este componente plantea un cambio transformador de todos los sectores económicos y de la sociedad para transitar de manera costo-eficiente hacia una economía baja en emisiones;

2. **Componente de Adaptación.** Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos en los diferentes sistemas sociales, ecológicos, productivos y de infraestructura, para lograr una sociedad resiliente que tenga como centro el bienestar de las personas, especialmente las más vulnerables a los efectos del cambio climático; y,

3. **Componente de Política Climática Transversal** a través de elementos como la coordinación, financiamiento, tecnología, participación social y transparencia para la integralidad de la acción climática a nivel internacional y nacional, entre los diferentes sectores, órdenes de gobierno, la academia, la sociedad civil, comunidades locales y pueblos indígenas y afromexicanas, de conformidad con lo que establece el artículo 2° apartado "A" fracción VI y apartado "C" de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y en los artículos 26, fracción VI; 38 fracción II y 47 fracción III de la Ley General de Cambio Climático.

La política de mitigación es un pilar clave en la Estrategia, que ha establecido al 2030 las acciones que las instituciones y sectores del país habrán de implementar para reducir las emisiones de GyCEI, con el fin de alcanzar un desarrollo desacoplado del carbono y limitar el aumento de la temperatura global a no más de 1.5°C alineado con la Contribución Nacionalmente Determinada NDC más reciente del país.

Tabla 55. Sectores y visiones.

Sector	Visión a 10 años (2030)	Visión a 20 años (2040)	Visión a 40 años (2060)
M1. Generación de energía eléctrica	La transición hacia el uso de combustibles y tecnologías más limpia para descarbonizar el sistema eléctrico del país, garantizando el acceso de toda la población a la energía limpia y asequible, es implementada como prioridad en los planes y programas de desarrollo nacionales. sin dejar a nadie atrás.	Se garantiza el acceso a la energía asequible, segura y sostenible para toda la población reduciendo progresivamente las emisiones de la industria eléctrica para cumplir con los compromisos nacionales e internacionales. La electrificación con fuentes limpias se consolida, generando empleos verdes, promoviendo la participación público-privada, incluyendo los pueblos y comunidades indígenas, los pueblos y comunidades afromexicanas y las comunidades locales, respetando su cultura y entorno.	La matriz energética del país se descarboniza y la industria eléctrica se consolida como un sector basado en tecnologías limpias, sustentables y económicamente viables. Las regulaciones del sector se han fortalecido con perspectiva de género, fomentando proyectos comunitarios de generación de energía, promoviendo la participación activa de diversos grupos sociales
M2. Petróleo y Gas	El sector petróleo y gas adopta la sustentabilidad y la eficiencia energética como principios rectores. Los proyectos y el uso de la infraestructura reducen sus emisiones de GyCEI.	Los combustibles nacionales son de mayor calidad, reduciendo impactos ambientales y emisiones asociadas a la extracción, transporte y distribución de hidrocarburos. Se controlan eficazmente las emisiones fugitivas, especialmente el metano, en todas las etapas de la industria petrolera. Se fomenta la sustitución del gas natural mediante regulaciones que fomenten a integración de biogás utilizando la infraestructura existente	El sector petróleo y gas alcanza una reducción significativa de emisiones, logrando el desfase de la producción de energía con hidrocarburos a partir de la implementación de proyectos integrales de la cadena de valor del sector, logrando la soberanía energética sostenible.
M3. Transporte	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 transportes 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

Sector	Visión a 10 años (2030)	Visión a 20 años (2040)	Visión a 40 años (2060)
			eficientes y limpias, junto con una infraestructura interconectada, asegura una movilidad de calidad.
M4. Agricultura y Ganadería	Los sectores agropecuarios y forestales, adoptan prácticas de manejo sustentable alcanzando la tasa neta de cero deforestaciones. Se impulsa la restauración y cuantificación de los reservorios de carbono azul, promoviendo soluciones basadas en la naturaleza.	Se implementan prácticas de manejo sustentable en los sectores agropecuarios y forestales, aumentando la productividad y disminuyendo la vulnerabilidad. Los sumideros forestales y el carbono azul se vuelven prioritarios para la mitigación, fortaleciendo esquemas productivos y de conservación del territorio.	Los sectores agropecuarios y forestal son manejados de manera sustentable y resiliente al cambio climático. Se aprovechan los residuos para lograr un efecto neutro en la degradación del suelo, manteniendo y recuperando sumideros forestales y de carbono azul.
M5. USCUSS[5]	Se priorizan las soluciones basadas en la naturaleza mediante la sinergia Adaptación-mitigación para aumentar los sumideros forestales de carbono naturales. La implementación de la ENAREDD+ y programas nacionales garantiza la reducción de emisiones por deforestación, con un enfoque en desarrollo rural comunitario, bajo en carbono y respetuoso de los derechos humanos. Se fortalece el programa de servicios ambientales, especialmente en los sectores de agricultura, ganadería y silvicultura.	El desarrollo de ordenamientos ecológicos y regionales, incorpora criterios de adaptación y mitigación, priorizando soluciones basadas en la naturaleza. Se implementan programas de preservación y restauración de ecosistemas forestales en regiones clave, coordinando esfuerzos entre órdenes de gobierno y la población.	Los sectores agropecuarios y forestales desarrollan sus actividades de manera sustentable, de acuerdo a la planeación ambiental de los ordenamientos ecológicos. Se fortalece el monitoreo y vigilancia, garantizando la tasa cero de deforestación neta con un marco normativo para dedicar recursos necesarios a la restauración. Se amplía el enfoque a las zonas verdes urbanas y se desarrolla un sistema de seguimiento para registrar las reducciones por estas acciones.
M6. Industria (Procesos industriales y consumo energético)	Se reduce significativamente la emisión de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero mediante la implementación de esquemas de producción y consumo sustentable. Se implementan acciones para el uso eficiente de la energía, incluyendo la cogeneración eficiente, el empleo de energías renovables y alternativas, y la reducción de la huella de carbono.	Se adoptan mejores prácticas para el uso eficiente de recursos y el manejo adecuado de residuos en el sector industrial. Se eleva el nivel de eficiencia energética, se impulsa el uso de energías limpias y renovables, y se fomenta la sustitución de combustibles fósiles por opciones más limpias, especialmente en procesos industriales difíciles de electrificar.	Se alcanza la neutralidad en carbono del sector industrial, mediante procesos limpios, competitivos y sustentables bajo un enfoque de economía circular.
M7. Residencial y Comercial	La eficiencia energética es fundamental en los sectores residencial, comercial y de servicios, logrando una significativa reducción de emisiones al ahorrar energía y adoptar diversas fuentes de energía limpia.	Se integran viviendas sustentables en centros urbanos y rurales, priorizando el uso de tecnologías que promueven la eficiencia en el uso de recursos naturales y ahorro de energía. Se fomenta la innovación tecnológica, la capacitación y la difusión de buenas prácticas para el uso eficiente de recursos en los sectores residencial, comercial y turístico.	Se logra una significativa reducción de emisiones provenientes de la refrigeración, calefacción, preparación de alimentos e iluminación en los sectores residencial, comercial y de servicios. La planeación territorial integrada y sustentable, se convierte en norma, promoviendo la resiliencia de asentamientos humanos, urbanos y rurales. El crecimiento de ciudades se ajusta a criterios de cambio climático, contribuyendo a un desarrollo armonioso y sostenible.

[5] Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Sector	Visión a 10 años (2030)	Visión a 20 años (2040)	Visión a 40 años (2060)
M8. Residuos	Se implementa el manejo integral de residuos en el sector industrial, con un enfoque en la reducción de residuos y su reutilización. Se establece un manejo integral del agua para una producción más limpia, destacando la importancia de su uso eficiente en todas las operaciones.	Se adopta un enfoque de economía circular, logrando reducir la generación de residuos y alcanzando cero emisiones de metano en rellenos sanitarios. Se erradica la quema de residuos a cielo abierto. Además, se implementa una gestión del agua eficiente en todos los sectores, asegurando su uso sostenible.	Se consolida un manejo integral de residuos en todos los sectores, fortaleciendo la infraestructura de tratamiento de aguas y colectores. Se logra la meta de medio siglo con un enfoque integral de adaptación y mitigación ante el cambio climático, garantizando un futuro sostenible.

VINCULACIÓN

El proyecto requiere del uso de maquinaria y equipo que operan con combustibles fósiles, lo cual generará emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para mitigar este impacto ambiental, se implementarán las siguientes acciones correctivas y de compensación:

- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar que motores, sistemas de inyección y filtros de aire estén en condiciones óptimas, evitando combustión incompleta.
- Uso de lubricantes y combustibles de calidad que reduzcan emisiones contaminantes y mejoren el rendimiento.
- Calibración periódica de bombas de inyección y sistemas de control de emisiones (ej. filtros de partículas diésel).
- Programación eficiente de actividades para que la maquinaria opere en bloques continuos, evitando arranques y paradas frecuentes.
- Registro y seguimiento del consumo de combustible para calcular las emisiones (usando factores de emisión de la IPCC o SEMARNAT).
- Implementación de indicadores de rendimiento energético (litros/hora o litros/m³ de material movido) para evaluar mejoras.

Por su parte, se llevará una gestión integral de los residuos generados en cada una de las etapas del proyecto; esta gestión se hará de la siguiente manera:

- **Residuos Peligrosos:**

  I. Identificación y clasificación conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005.
  II. Almacenamiento temporal en sitios techados, con piso impermeable, ventilación y contenedores etiquetados.
  III. Registro de generación y bitácora de movimientos de residuos peligrosos.
  IV. Contratación de empresas autorizadas por SEMARNAT para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final.
  V. Capacitación al personal en manejo seguro, respuesta a emergencias y uso de EPP.

- **Residuos de Manejo Especial**

  I. Separación en sitio de residuos como llantas, escombros, plásticos de gran volumen, residuos metálicos y maderas.
  II. Reutilización de materiales pétreos y de construcción en actividades de relleno o nivelación.
  III. Entrega de residuos a centros de acopio o empresas autorizadas para reciclaje o disposición adecuada.
  IV. Establecimiento de convenios con recicladoras locales para chatarra, plásticos y madera.

- **Residuos Sólidos Urbanos**

1. Colocación de contenedores diferenciados (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) en las áreas de obra y campamentos.
2. Recolección periódica mediante servicios municipales o empresas autorizadas.
3. Campañas de sensibilización para el personal sobre separación de residuos.
4. Disposición en sitios autorizados por el municipio, evitando tiraderos clandestinos.

3.5.3.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 se encuentra vinculado al Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 a través de los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6 que establecen la reducción de las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas; proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa, y garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y las entidades paraestatales agrupadas en el sector coordinado por ésta**, ejecutarán los objetivos, estrategias, y líneas de acción**, con base en los indicadores y metas del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030, con cargo a su presupuesto aprobado en los Presupuestos de Egresos de la Federación para los ejercicios fiscales que correspondan.

En la Tabla 56 se muestra la vinculación con los objetivos, estrategias y líneas de acción aplicables al proyecto.

Tabla 56. Vinculación con los objetivos, estrategias y líneas de acción.

Objetivo	Estrategia	Lineamiento	Vinculación
1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.	**1.2** Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, combatiendo sus causas, con la coordinación de la Administración Pública Federal y la participación de otros órdenes de gobierno y la sociedad.	**1.2.1.** Disminuir la deforestación y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, fortaleciendo la aplicación de la normatividad y el compromiso de los sectores social y productivo, a fin de evitar la pérdida de biodiversidad, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, el deterioro de los recursos hídricos y la vulnerabilidad climática.	Para la construcción de la gaza 1 se aprovechará en su totalidad el DDV existe; por su parte, para la construcción de la gaza 2 y 3 se afectará **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia** en una superficie de **0.74 ha.** Para contrarrestar este impacto se proponen las siguientes medidas: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. Con estas acciones se prevé una disminución en la deforestación en la zona
	1.5 Fortalecer el ordenamiento ecológico como instrumento de planeación que regule el uso del suelo según su aptitud natural y promueva mejores relaciones socioambientales entre campo y ciudad, con enfoque de	**1.5.3.** Promover el cumplimiento de programas federales de ordenamiento ecológico del territorio mediante la regulación, control, autorregulación y auditoría ambiental, así como mecanismos de seguimiento,	El proyecto se vincula positivamente con cada uno de los programas de ordenamiento ecológicos aplicables.

Objetivo	Estrategia	Lineamiento	Vinculación
	cuenca y la participación interinstitucional, de los órdenes de gobierno y sectores de la sociedad.	evaluación y actualización, con fortalecimiento técnico y en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad.	
2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.	**2.1** Restaurar ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados, priorizando soluciones basadas en la naturaleza e innovación tecnológica, para recuperar la biodiversidad, mejorar medios de vida y promover la adaptación climática en comunidades, en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad.	**2.1.2.** Restaurar superficies forestales en cuencas y subcuencas prioritarias por su relevancia ecológica, cultural, económica y social, así como áreas afectadas por incendios forestales de alta y muy alta severidad donde la recuperación natural se encuentre comprometida, en coordinación con las comunidades locales.	Con respecto al tema de reforestación se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia.
	2.3 Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica, a través de programas de reproducción y reintroducción en sus hábitats naturales y de prevención y control de especies exóticas invasoras, con la participación de todos los sectores de la sociedad.	**2.3.1.** Impulsar la conservación, protección y recuperación de especies prioritarias, en riesgo, nativas y su hábitat dentro de áreas naturales protegidas y otras zonas naturales, considerando el conocimiento tradicional y fomentando la participación de las comunidades locales, indígenas y afromexicanas. **2.3.3.** Proteger y recuperar especies prioritarias y en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante la Estrategia de Prevención Ambiental, el fomento a las UMA y, en el caso del Programa de Fortalecimiento Ambiental de las Entidades Federativas, promover su aplicación en colaboración con la Cámara de Diputados	Para prevenir la afectación a la flora y fauna silvestre se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie. Para poder establecer las medidas de mitigación fue necesarios realizar el el muestreo de la fana u flora silvestre en al área del proyecto. Los resultados de este muestreo se se presentan el capítulo 4 de esta MIA-P.
3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.	**3.3** Coadyuvar en el desarrollo, rehabilitación y ampliación de infraestructura de colecta y tratamiento de aguas residuales municipales, así como promover el tratamiento de aguas industriales para reducir las descargas de contaminantes en cuerpos de agua, con la participación de otros órdenes de gobierno.	**3.3.2.** Promover el tratamiento de las aguas residuales industriales para reducir las descargas de contaminantes en los cuerpos de agua nacionales.	En la etapa de construcción del proyecto se generan aguas residuales por el uso de sanitarios portátiles, por lo tanto, la empresa encarga de prestar este servicio será la responsable de realizar el tratamiento de las aguas residuales. Por su parte, durante la operación del proyecto se contará con sanitarios en la zona de caseta, estas aguas serán tratadas antes de ser descargadas, cumpliendo con los LMP establecidos en la normatividad de la materia.
	3.4 Fortalecer las labores de verificación de las descargas de aguas residuales y el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua nacionales, a fin de vigilar el cumplimiento normativo de las descargas.	**3.4.1.** Fortalecer el monitoreo sistemático y permanente de la calidad de los cuerpos de agua con la finalidad de identificar los principales contaminantes que deterioran su calidad y evaluar la eficacia de las acciones para su control.	El promovente es consciente y responsable de tramitas los permisos de descarga de aguas residuales, según aplique a cuerpos federales o drenaje municipal. Además, cumplirá con los análisis de aguas residuales, de acuerdo a los intervalos de tiempo establecidos dentro del permiso de descarga.
4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono,	**4.1.** Implementar, con una perspectiva de derechos humanos, igualdad y justicia climática, políticas de	**4.1.5.** Eliminar el uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono y reducir el consumo de sustancias con	Por el uso de maquinaria que usan como fuente de energía combustibles fósiles se empleará un programa de

Objetivo	Estrategia	Lineamiento	Vinculación
integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.	mitigación de emisiones, de conservación y protección de los sumideros de carbono, con la participación de la Administración Pública Federal, otros órdenes de gobierno y sectores de la sociedad.	alto potencial de calentamiento global.	mantenimiento, este tendrá como objetivo mantener en condiciones óptimas la combustión interna. Con esta acción se espera que la cantidad de emisiones de GEI sea mínima.
		4.1.7. Impulsar una gestión integral de residuos sólidos y aguas residuales, a través de la colaboración intersectorial y la participación de otros órdenes de gobierno, con el fin de reducir su impacto en las emisiones nacionales**.**	Durante la etapa constructiva del proyecto se empleará una gestión integral de RSU, la cual llevará a cabo las siguientes acciones: ♦ Colocación de contenedores diferenciados (orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables) en las áreas de obra y campamentos. ♦ Recolección periódica mediante servicios municipales o empresas autorizadas. ♦ Campañas de sensibilización para el personal sobre separación de residuos. ♦ Disposición en sitios autorizados por el municipio, evitando tiraderos clandestinos. Por su parte, la gestión integral de las aguas residuales toma en cuenta las siguientes acciones: ♦ Se utilizan sanitarios móviles para cubrir las necesidades del personal, garantizando su ubicación estratégica y accesible en la obra. ♦ El contenido de los sanitarios portátiles es recolectado periódicamente por empresas autorizadas, que aseguran su transporte a sitios de tratamiento o disposición final conforme a la normativa. ♦ Las aguas residuales recolectadas se entregan a plantas de tratamiento certificadas o sistemas autorizados, evitando descargas al suelo o cuerpos de agua. ♦ Durante la fase operativa, los sanitarios se conectan directamente a la red de drenaje municipal, lo que garantiza un manejo continuo y controlado de las aguas residuales. ♦ En ambas etapas se debe verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental y sanitaria, asegurando trazabilidad y evitando impactos negativos en el entorno
	4.4 Promover políticas que impulsen la economía circular para reducir la presión sobre los recursos naturales, mejorar la gestión de los residuos, evitar la contaminación y crear	**4.4.1.** Fomentar la adopción de patrones de producción y consumo con enfoque de economía circular y con menor huella ambiental, así como estilos de vida sostenibles basados en	En la medida de lo posible, los residuos de manejo especial generados durante la etapa constructiva serán reincorporados a las cadenas productivas mediante un

Objetivo	Estrategia	Lineamiento	Vinculación
	oportunidades económicas, con la participación de los diferentes sectores sociales, productivos y otros órdenes de gobierno.	el uso eficiente de los recursos y con menores impactos ambientales.	enfoque de economía circular. Con ello, se reducirá la presión sobre los recursos naturales, se disminuirán las emisiones asociadas a la disposición final y se fomentará la transición hacia procesos más sostenibles. Para este fin, se contratarán empresas especializadas en la recolección y valorización de los RME, garantizando su adecuado aprovechamiento y un impacto ambiental positivo
		4.4.2. Fomentar acciones de prevención, reducción y aprovechamiento de residuos para reducir la dependencia de materias primas vírgenes en las cadenas productivas, incluyendo la reutilización de biomasa para la generación de bioenergía.	
	4.5 Reforzar las acciones de prevención y control de la contaminación del aire y suelo, para contribuir a garantizar un medio ambiente sano y reducir sus impactos sobre los ecosistemas y su biodiversidad, en coordinación con la Administración Pública Federal y otros órdenes de gobierno.	**4.5.2.** Promover la coordinación, desarrollo y aplicación de Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, con enfoque de prevención ambiental y cambio climático en ciudades y zonas metropolitanas con mala calidad del aire, incluyendo el control en fuentes de contaminación para cumplir la normatividad.	Por el uso de maquinaria que usan como fuente de energía combustibles fósiles se empleará un programa de mantenimiento, este tendrá como objetivo mantener en condiciones óptimas la combustión interna. Con esta acción se espera que la cantidad de emisiones de GEI sea mínima.
5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.	**5.1** Fortalecer el sistema de justicia ambiental restaurativa y participativa, procurando el acceso de todas las personas, a fin de contribuir al derecho a un medio ambiente sano.	**5.1.2.** Prevenir el daño ambiental y la afectación a los recursos naturales mediante medidas voluntarias de prevención como la autorregulación, la declaración voluntaria, la auditoría, la certificación, el reconocimiento de calidad ambiental y los mecanismos voluntarios de gestión ambiental en las empresas.	Se proponen una serie de medidas de mitigación para reducir los impactos generados por las actividades del proyecto, estas medidas se describen en el capítulo 6 de esta MIA-P.
	5.6 Promover estrategias de educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental que contribuyan en la formación de una sociedad sensible, consciente y responsable del medio ambiente, con la participación de otros órdenes de gobierno y del sector social.	**5.6.3.** Promover una cultura del cuidado del ambiente para la concientización sobre la importancia de la prevención ambiental y el respeto a la legalidad ambiental.	Para promover una cultura del cuidad de medio ambiente, se proponen las siguientes medias de mitigación: ♦ Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre. ♦ Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre

3.5.3.4 Programa Nacional de Restauración Ambiental 2022-2030.

El Programa Nacional de Restauración Ambiental se fundamenta en distintos instrumentos jurídicos nacionales vigentes, así como en las disposiciones derivadas de los compromisos adquiridos en el marco de diversos tratados y convenios internacionales firmados y ratificados por el país.

Además del fundamento jurídico, este programa sustenta sus planteamientos en un vasto conocimiento científico sistematizado y disponible a través del Sistema Nacional de Información para la Restauración Ambiental (SNIRA). A ello se suma la información generada por instancias del sector ambiental federal, como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegida (CONANP), a partir de proyectos de restauración implementados en el territorio nacional, así como las propuestas y la experiencia de una amplia lista de especialistas consultados.

Tabla 57. Vinculación con el PNRA.

Principio	Punto	Vinculación
Principios de la política ambiental humanista	Vincular el desarrollo económico, la igualdad social y el cuidado del medio ambiente, como componentes de la sustentabilidad.	Para el diseño del proyecto, se consideraron de manera integral los aspectos económicos, sociales y ambientales del proyecto. En el ámbito económico, se priorizará la contratación de mano de obra local, así como la adquisición de materiales e insumos provenientes de la región, con el objetivo de generar una derrama económica que beneficie a la comunidad local.

Principio	Punto	Vinculación
		En cuanto a la igualdad social, se garantiza que cualquier ciudadano de la región pueda acceder a las oportunidades de empleo derivadas del proyecto, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos para cada puesto. En lo que respecta al cuidado del medio ambiente, desde la etapa de diseño se buscó aprovechar al máximo la superficie del Derecho de Vía (DDV) existente de la estructura. No obstante, para la construcción de las gazas 2 y 3, será necesaria la remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de **0.74 ha.** Con el fin de mitigar los impactos ambientales asociados a esta remoción, se proponen las siguientes medidas de mitigación: ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Estará prohibido la introducción de especies exóticas. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años.
	Considerar la interdependencia de los sistemas naturales y humanos, promoviendo acciones que restauren la biodiversidad, los servicios ambientales y la resiliencia de los ecosistemas	Se reconoce la **interdependencia entre los sistemas naturales y humanos**, así como la necesidad de implementar acciones que **restauren la biodiversidad, los servicios ambientales y la resiliencia de los ecosistemas**. Por ello, el proyecto incorpora medidas orientadas a minimizar las afectaciones al entorno natural y promover su recuperación, tales como: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. Con estas acciones, el proyecto **se vincula positivamente con el principio de interdependencia de los sistemas naturales y humanos**, contribuyendo a la preservación de los servicios ecosistémicos y fortaleciendo la resiliencia del entorno frente a la intervención de infraestructura vial.
	Priorizar la gestión sostenible del agua como eje rector de la restauración, asegurando la remediación y conservación de cuerpos de agua, acuíferos, zonas riparias y ecosistemas costeros-marinos	Para el desarrollo de las actividades será necesario utilizar agua, la cual será suministrada por un proveedor que cuente con los permisos y títulos de concesión vigentes emitidos por la **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)**. En cumplimiento con el principio de **gestión sostenible del agua como eje rector de la restauración**, el suministro y uso de este recurso deberá atender los siguientes criterios: 1. **Origen legal y autorizado** del recurso hídrico, acreditado mediante título de concesión vigente expedido por CONAGUA. 2. **Volumen de extracción controlado**, en concordancia con lo establecido en el título de concesión, evitando la sobreexplotación de acuíferos y fuentes superficiales. 3. **Prevención de impactos sobre cuerpos de agua, acuíferos y zonas riparias**, mediante prácticas que reduzcan la alteración de caudales, eviten la contaminación y preserven la vegetación ribereña. Con estas acciones, el proyecto se vincula positivamente con el criterio ambiental que promueve la **remediación y conservación de cuerpos de agua y ecosistemas asociados**, garantizando un uso responsable y legal del recurso durante todas las etapas de la obra.
	Reconocer y respetar los derechos colectivos de las comunidades indígenas y afromexicanas, asegurando su participación efectiva e informada en los procesos de restauración ambiental, e integrando sus conocimientos tradicionales y prácticas culturales.	**No se afectarán comunidades indígenas.**
	Orientar las acciones de restauración para enfrentar desafíos socioecológicos y	Las medidas de restauración que se proponen en este estudio ambiental son las siguientes: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación.

Principio	Punto	Vinculación
	asegurar la provisión de servicios ecosistémicos en los territorios	♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. Con estas medidas se muestra el compromiso del proyecto por implementar acciones de restauración para enfrentar desafíos socioecológicos y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos en los territorios.
	Garantizar que la conservación y restauración de los ecosistemas se realicen de manera que mantengan su funcionalidad a largo plazo, asegurando beneficios para las generaciones presentes y futuras.	El promovente asume el compromiso de que las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas afectados por el proyecto se lleven a cabo de manera que se mantenga su funcionalidad ecológica a largo plazo, asegurando así beneficios tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Para cumplir con este criterio, el proyecto contempla las siguientes acciones: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas durante un periodo mínimo de cinco años. Con estas medidas, el proyecto se vincula positivamente con el criterio ambiental referido, contribuyendo al mantenimiento de los servicios ecosistémicos, la resiliencia del entorno y el equilibrio entre el desarrollo de infraestructura y la protección del medio ambiente.
Principios para la aplicación de conocimientos, saberes e innovación tecnológica.	Identificar, desarrollar y aplicar estrategias para la prevención y reducción de los factores que contribuyen a la degradación socio ambiental y relacionarlos con los sistemas nacionales de monitoreo.	El promovente identifica la importancia de prevenir y reducir los factores que contribuyen a la degradación socioambiental, en concordancia con el criterio que establece la identificación, desarrollo y aplicación de estrategias vinculadas con los sistemas nacionales de monitoreo ambiental. Para ello, el proyecto contempla las siguientes acciones: ♦ Identificación de factores de riesgo socioambiental durante la fase de planeación, incluyendo emisiones atmosféricas, generación de residuos, afectación a vegetación y fauna, y alteraciones al entorno social. ♦ Desarrollo de estrategias preventivas tales como el mantenimiento programado de maquinaria para reducir emisiones, la implementación de medidas de control de polvo, y la disposición adecuada de residuos peligrosos y no peligrosos conforme a la normatividad aplicable. ♦ Aplicación de medidas de reducción de impactos, como la optimización de rutas de acarreo para disminuir emisiones de GEI, la instalación de barreras contra ruido y polvo, y la restauración de áreas verdes afectadas. ♦ Seguimiento y mejora continua a través de indicadores de desempeño ambiental que permitan evaluar la efectividad de las medidas implementadas y, en su caso, ajustarlas para garantizar su cumplimiento. Con estas acciones, el proyecto se vincula de forma positiva con el criterio establecido, al garantizar que las intervenciones de infraestructura vial se realicen bajo un enfoque preventivo y de reducción de impactos, manteniendo coherencia con los sistemas nacionales de monitoreo y gestión ambiental.
	Aplicar soluciones basadas en la naturaleza en el diseño de acciones de restauración.	El promovente adoptará soluciones basadas en la naturaleza como eje central en el diseño e implementación de las acciones de restauración ambiental, con el objetivo de maximizar la resiliencia del ecosistema y recuperar los servicios ambientales afectados por la obra. Las medidas propuestas incluyen: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia. ♦ Reforestación con especies nativas de selva mediana Subcaducifolia Estas acciones, integradas al plan de manejo ambiental del proyecto, permitirán que la restauración se realice de manera eficiente, costo-efectiva y sostenible, vinculando de forma positiva la ejecución de la obra con el criterio establecido.
Principios para promover el bienestar social.	Fortalecer la protección del medio ambiente y los recursos naturales para impulsar el desarrollo y bienestar social.	El promovente comprometido en la protección del medio ambiente adoptara las siguientes medidas de protección, estas son las siguientes: ♦ Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación. ♦ Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana Subcaducifolia.

Principio	Punto	Vinculación
		♦ Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión. ♦ Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie Con estas acciones se garantiza la protección de los recursos naturales y protección al medio ambiente.

3.6 BIBLIOGRAFÍA

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT.
- Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021 – 2024 (PNOTDU).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).
- Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz – Boca del Río – Medellín – Alvarado, Ver
- Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.
- Plan Nacional de Desarrollo. Planeación para el Desarrollo con Enfoque de Agenda 2030.
- Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025-2030.
- Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Reserva Territorial de la Zona Conurbada Veracruz – Boca del Río – Medellín – Alvarado, Veracruz.
- Plan Municipal de Desarrollo 2022 – 2025 (Medellín de Bravo).
- Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Norma Oficial Mexicana 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.
- Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O3). Valores normados para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

- Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que Establece Los Criterios Para Clasificar A Los Residuos De Manejo Especial Y Determinar Cuales Están Sujetos A Plan De Manejo; El Listado De Los Mismos, El Procedimiento Para La Inclusión O Exclusión A Dicho Listado; Asi Como Los Elementos Y Procedimientos Para La Formulación De Los Planes De Manejo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.
- Norma Oficial Mexicana 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.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Acuerdo Escazú.
- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.
- Acuerdo de París.
- CITES.
- Convenio sobre Diversidad Biológica.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Reglamento de la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Reglamento de la Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Ley General de Cambio Climático.
- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
- Ley Federal de Protección del Patrimonio Cultural de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas.
- Código Penal Federal.
- Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020 – 2040.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático.

- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos 2025-2030.
- Programa Nacional de Restauración Ambiental 2022-2030.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Índice

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 3

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 3
4.1.1 Delimitación del sistema ambiental 8
4.1.2 Análisis retrospectivo 14
4.1.2.1 Análisis de la información recabada 17
4.1.2.2 Agricultura de temporal 18
4.1.2.3 Agricultura de temporal anual y permanente 18
4.1.2.4 Pastizal cultivado 19
4.1.2.5 Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia 19
4.1.2.6 Asentamientos humanos 20
4.1.2.7 Conclusión 20
4.2 MEDIO ABIÓTICO 20
4.2.1 Provincia biogeográfica 21
4.2.2 Provincia fisiográfica 22
4.2.2.1 Subprovincia fisiográfica 23
4.2.3 Topoformas 24
4.2.4 Clima 26
4.2.4.1 Temperatura 28
4.2.4.2 Precipitación 29
4.2.5 Geología 29
4.2.6 Edafología 31
4.2.7 Degradación del suelo 34
4.2.8 Erosión 37
4.2.9 Hidrología 39
4.2.9.1 Higrología superficial 39
4.2.9.1.1 Cuenca Rio Jamapa y otros 40
4.2.9.1.2 Subcuenca Río Jamapa 41
4.2.9.1.3 Corrientes de agua 43
4.2.9.2 Hidrología Subterránea 54
4.2.9.2.1 Acuífero Costera de Veracruz 54
4.2.10 Humedales 57
4.2.11 Manglares 58
4.3 MEDIO BIÓTICO 59
4.3.1 Vegetación 59
4.3.1.1 Metodología 61
4.3.1.1.1 Descripción de los usos de suelo y los tipos de vegetación a nivel Sistema Ambiental reportadas por el INEGI (2021). 65
4.3.1.1.2 Usos de suelo y tipos de vegetación registrados en el Área de influencia del proyecto 74
4.3.1.1.3 Composición florística 74
4.3.1.1.4 Características funcionales 74
4.3.1.1.5 Características estructurales 74
4.3.1.1.6 Estatus migratorio 76
4.3.1.1.7 Poblaciones vulnerables 76
4.3.1.1.8 Biodiversidad florística 77
4.3.1.1.9 Afectación en línea de ceros 84

4.3.1.1.10 Conclusiones 97
4.3.2 Fauna silvestre 97
4.3.2.1 Introducción 97
4.3.2.2 Metodología 100
4.3.2.2.1 Fauna silvestre con distribución potencial en el Sistema Ambiental (SA) 100
4.3.2.2.2 Trabajos de campo para el registro de fauna 101
4.3.2.2.3 Revisión de especies de fauna de importancia 112
4.3.2.2.4 Revisión de Áreas de importancia para la conservación de la fauna silvestre 112
4.3.2.2.5 Análisis para estimar la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre 113
4.3.2.3 Resultados 116
4.3.2.3.1 Fauna silvestre con distribución potencial en el Sistema Ambiental 116
4.3.2.3.2 Especies de fauna registradas en campo 117
4.3.2.3.3 Revisión de especies de fauna de importancia 141
4.3.2.3.4 Revisión de Áreas de importancia para la conservación de la fauna silvestre 145
4.3.2.2.5 Análisis para estimar la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre 148
4.3.2.4 Acciones para la protección de la fauna silvestre 164
4.3.2.5 Conclusión 166
4.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO 167
4.4.1 Población 167
4.4.1.1 Población de habla indígena 168
4.4.1.2 Vivienda 170
4.4.1.3 Calidad de vida 171
4.4.1.4 Educación 172
4.4.1.5 Salud 174
4.4.1.6 Índice de pobreza 176
4.4.1.6.1 Rezago social 2020 177
4.4.1.6.2 Desigualdad social 177
4.4.1.6.3 Marginación 178
4.4.1.7 Economía 179
4.4.1.7.1 Producción agrícola 181
4.4.1.7.2 Producción ganadera 183
4.4.1.8 Conclusiones 186
4.5 PAISAJE 187
4.5.1 Calidad paisajística 189
4.5.1.1 Metodología para determinar la calidad del paisaje 189
4.5.1.1.1 Sitios de evaluación 191
4.5.1.1.2 Resultados 209
4.5.2 Visibilidad 211
4.5.3 Fragilidad del paisaje 211
4.5.4 Conclusiones 212
4.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 212
4.6.1 Criterios de evaluación de los sitos del proyecto 214
4.6.1.1 Valor ambiental 215
4.6.1.2 Valor comercial 225
4.6.1.3 Riesgos y amenazas 229
4.6.2 Resultados de la evaluación 234
4.6.3 Conclusiones 236
4.7 CONCLUSIONES 237
4.8 BIBLIOGRAFÍA 238

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

A continuación, se describe de manera general el procedimiento mediante el cual se delimitó el área de influencia del proyecto.

1. Primeramente, se extrajo la zona más exterior del proyecto propuesto con el fin de ver zonas máximas de obras y afectaciones.

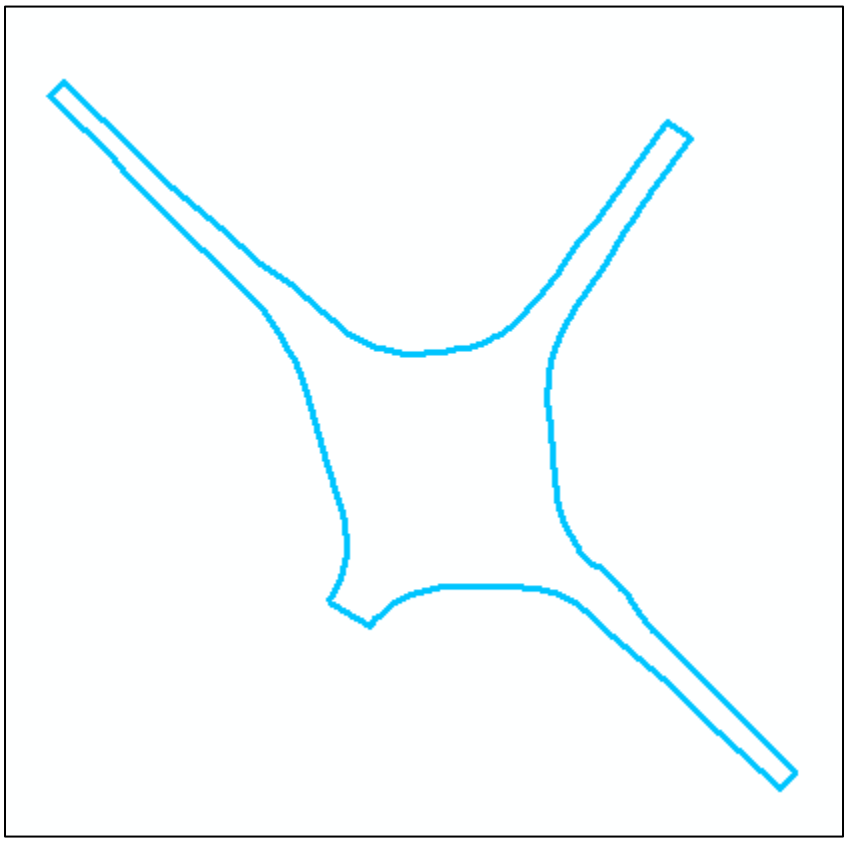


Figura 1. Delimitación de la zona externa del entronque.

2. Posteriormente se acoto la misma con el contorno de los límites de incorporación de las gazas a la carpeta existente.

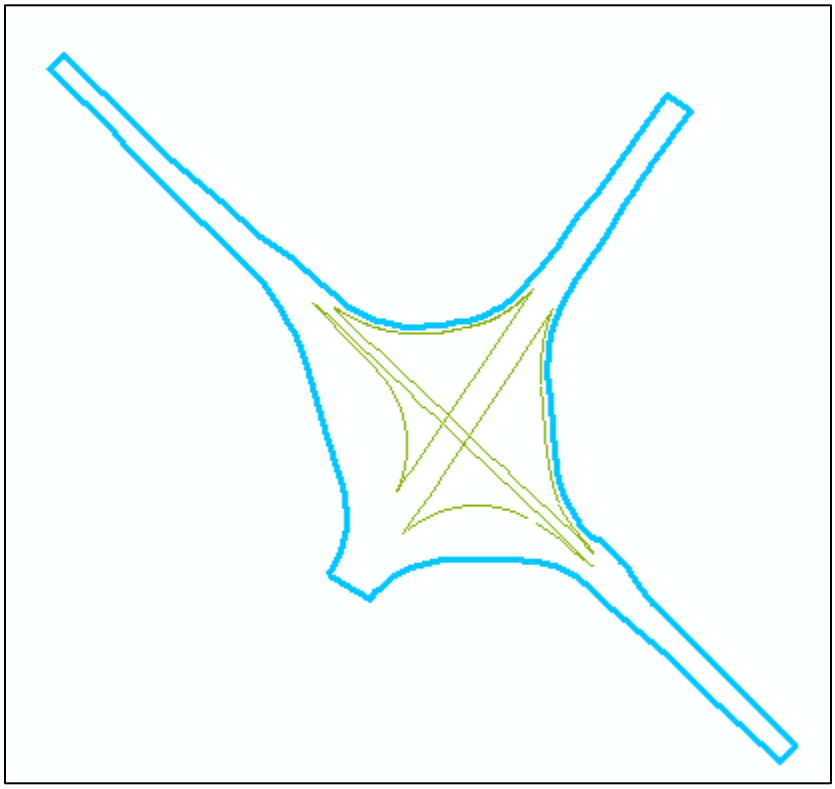


Figura 2. Sobreposición del área externa del entronque y las gazas proyectadas.

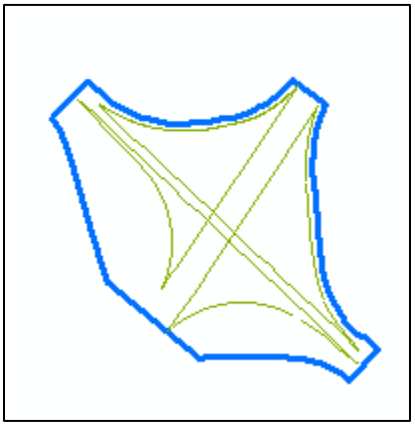


Figura 3. Acote del área del proyecto.

3. A continuación, se realizaron buffers circundantes a dicha área en longitudes de 100, 200, 300, 400 y 500 m.

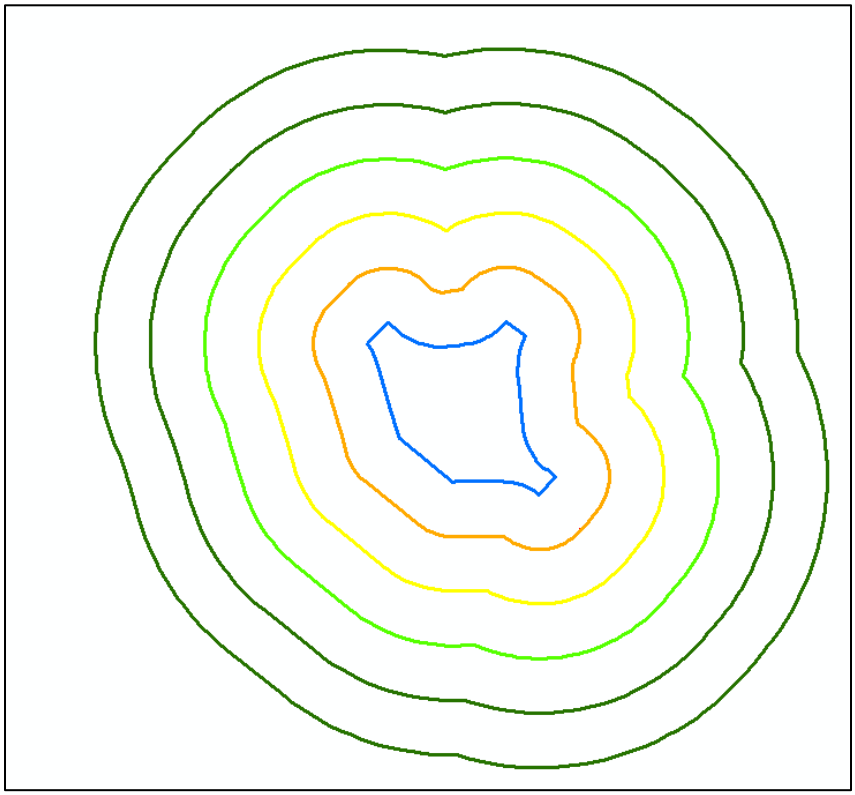


Figura 4. Delimitación de buffers del área de interés.

4. Lo siguiente fue sobreponer la imagen satelital de ArcGIS y acotar el área de influencia considerando solo las áreas vegetadas y ceros de construcción, las cuales son las directamente afectadas por perturbaciones al ambiente y como zonas de amortiguamiento de los efectos.

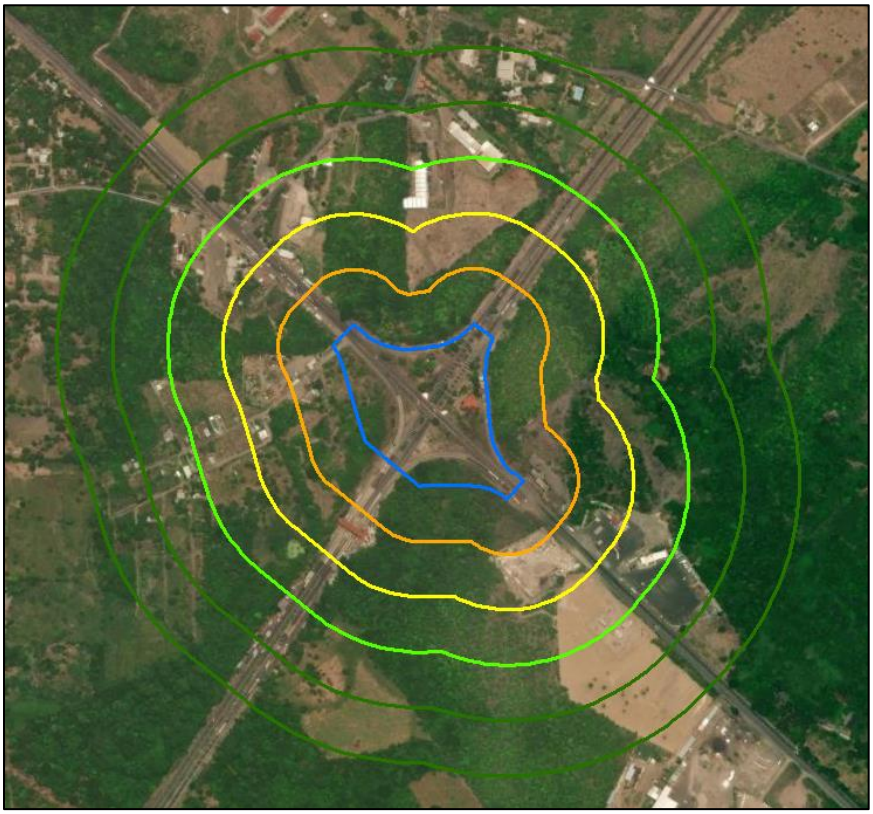


Figura 5. Sobreposición de los buffers con la imagen de satélite.

5. Se resalta que se excluyeron las zonas sin vegetación ya que han sido previamente impactadas por las actividades humanas. El polígono generado se presenta a continuación:

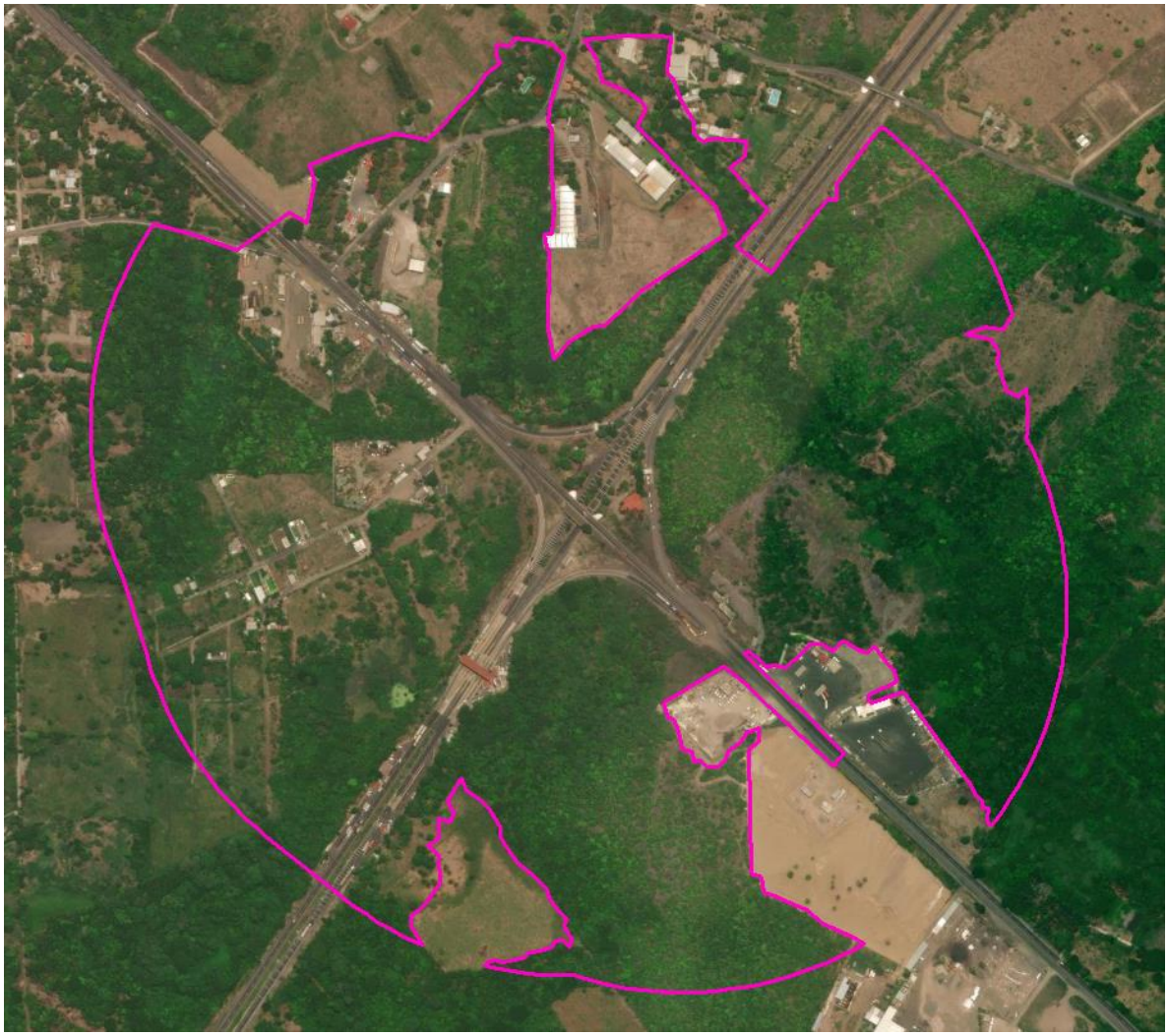


Figura 6. Delimitación del sistema ambiental del proyecto.

6. La superficie final tiene un área de 111.43 ha.

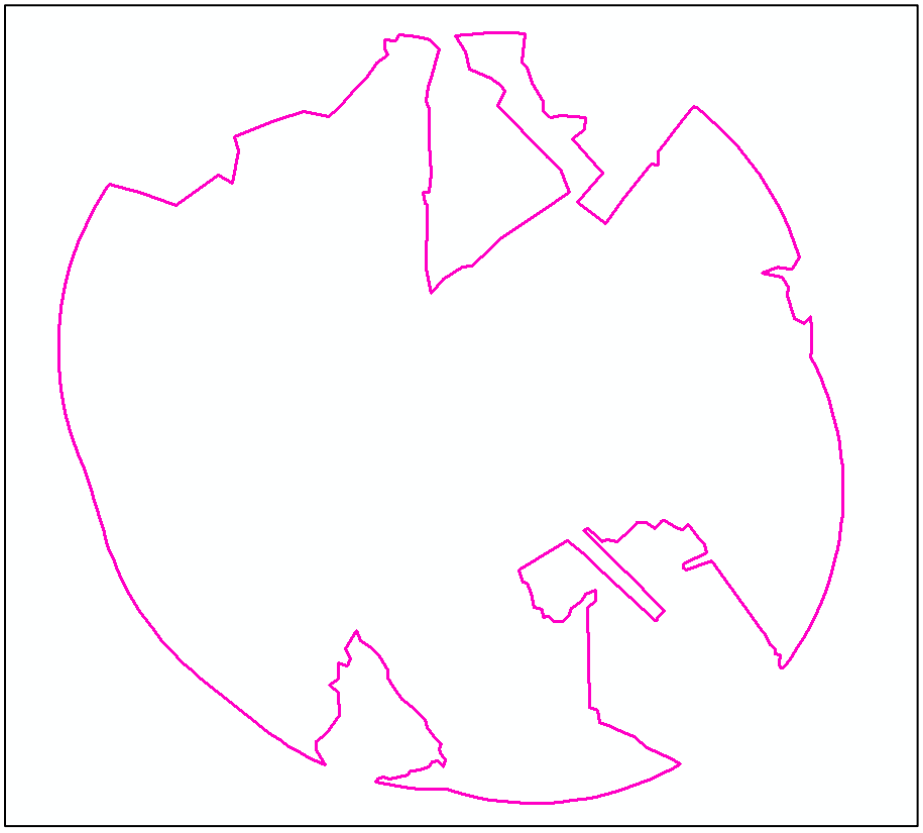


Figura 7. Sistema ambiental final determinado.

4.1.1 Delimitación del sistema ambiental

Justificación

Con el propósito de analizar y caracterizar el conjunto de elementos que interactúan en un área determinada, se realizó la delimitación del sistema ambiental en el cual se encuentra inmerso el proyecto en cuestión. Con él, se busca generar información puntual del o los ecosistemas, que se encuentran en la superficie del proyecto y las zonas contiguas susceptibles a la influencia del mismo, permitiendo con ello, proyectar la evaluación de los impactos ambientales, lo cual contribuirá en la identificación y evaluación de las interrelaciones que caracterizan la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, efectuando previsiones sobre los efectos de las interacciones (positivas y negativas) entre el ambiente y el proyecto que derivarán en la formulación de medidas preventivas y de mitigación. Ya que por definición, el Sistema Ambiental es el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por uno o un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones, potencialidades ambientales y de aprovechamiento; dentro de un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (biótico y abiótico), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos (SEMARNAT 2022).

Metodología

Para efectuar la delimitación del Sistema Ambiental, fue necesario el uso de Sistemas de Información Geográfica, mediante un software especializado para procesamiento digital de bases de datos

georreferenciados y archivos vector (shp, kml, dwg, gpx, dbf). A través del análisis y la sobreposición de archivos vectoriales que representan rasgos ambientales, fiscos y antropogénicos, se identificaron áreas con características similares y con interacciones directas e indirectas. Las capas que se utilizaron para delimitar el SA fueron: normativas-administrativas (POE Marino y ANP), descriptivas (Uso de suelo y vegetación serie 7 INEGI) hidrológicas (Red hidrográfica 2.0), además de imágenes satelitales (Basemap ArcMap 10.8 y Google Earth pro), lo cual corresponde a los archivos digitales que se enlistan a continuación. Señalándose que se decide trabajar con dichas capas (límites) debido a que son las que mejor se ajustan a las dimensiones y características del proyecto, ya que se observó que, al utilizar otras capas como las Cuencas, Subcuencas, Topoformas, Curvas de nivel, Climas, Suelos, Etc., se abarcaban grandes extensiones que no serían influenciadas por el proyecto.

- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) 2012.
- Uso de suelo y vegetación serie 7 INEGI 2021.
- Red hidrográfica 2.0 INEGI, 2010.
- Subcuencas
- Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México, CONABIO, 2020.

De modo que, los criterios utilizados para realizar la delimitación del SA, derivan de la dimensión del proyecto y su ubicación puntual, sobre una topografía con escasa pendiente (Llanura aluvial costera y Lomerío con llanuras), en la que las barreras naturales están representadas en su mayoría por los escurrimientos superficiales, los usos del suelo, la vegetación y la administración socioeconómica. En general dentro del área delimitada como sistema ambienta, predominan las actividades antropogénicas y asentamientos humanos, con escasos relictos aislados de vegetación natural en estado perturbado. Por lo que utilizar en este caso, como criterio inicial la **UGAT 43 del POEMyRGMyMC**, permite utilizar áreas previamente analizadas por instrumentos legales ambientales, que permitirán dirigir las medidas de mitigación que se propongan en el estudio, mientras que los usos de suelo, tipos de vegetación, escurrimientos superficiales y ANP estatales, permiten acotar las dimisiones, a la magnitud del proyecto y sus posibles influencias.

El proceso de elaboración del SA se realizó utilizando información digital, apoyándose con el software ArcMap 10.8 por medio de uniones, intersecciones y depuración de archivos vectoriales (shp), cuidando la homogeneidad de la unidad territorial generada (SA). A continuación, se describen una serie de pasos y procesos realizados a los vectores que se utilizaron para realizar la delimitación del sistema ambiental.

1. Para dar inicio a la delimitación del SA, se ubicó la poligonal del proyecto (Entronque Paso del Toro), usando el software ArcMap 10.8, visualizando de fondo imágenes de satélite, con la finalidad de observar áreas homogéneas sobre la superficie terrestre.

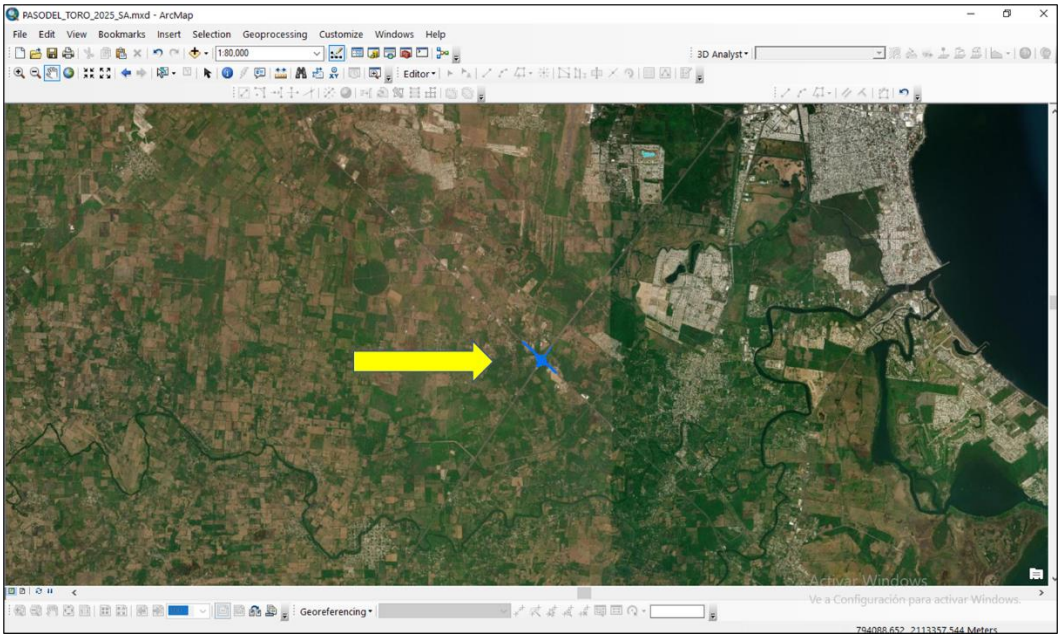


Figura 8. Ubicación del entronque Paso del Toro.

2. Después de ubicar el proyecto sobre las imágenes del territorio, se incorpora el primer criterio, el POEMyRGMyMC, determinándose que proyecto incide en la UGAT 43, la cual por sus dimensiones y origen normativo-administrativo, se consideró adecuada para tomar en cuenta rasgos sociales y ambientales en un área que presenta condiciones similares.

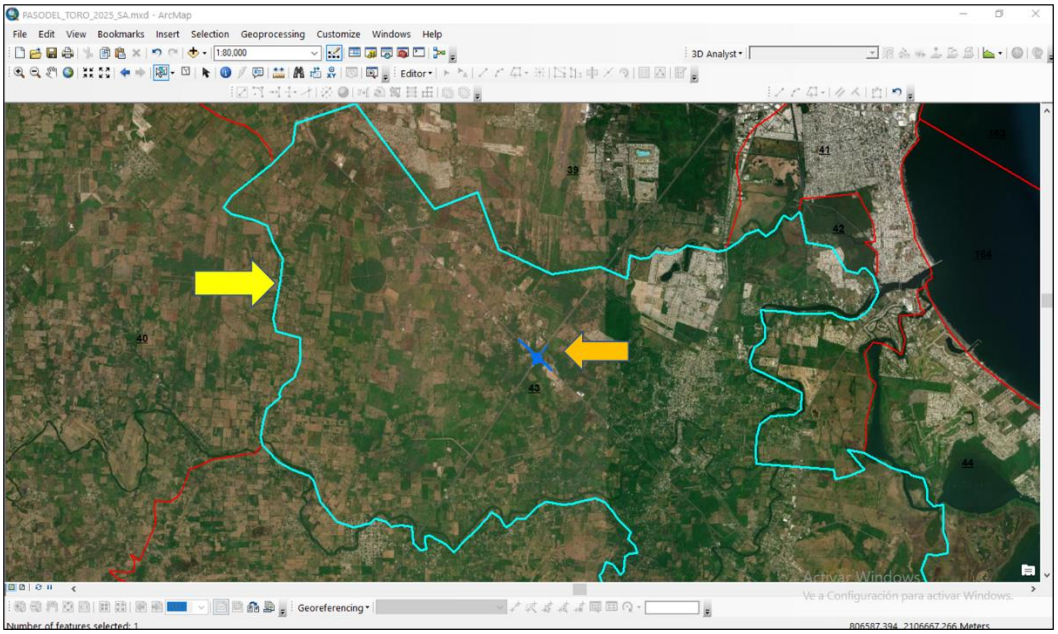


Figura 9. UGAT 43 del POEMyRGMyMC en la que se ubica el entronque Paso del Toro.

3. Una vez identificada y seleccionada el área que comprende la UGAT 43, que incluye componentes sociales y ambientales, se incorporó el criterio de Uso de suelo y vegetación (Serie7 INEGI), con la finalidad de cotar los límites a un área más reducida acorde a la extensión del proyecto y sus posibles influencias.

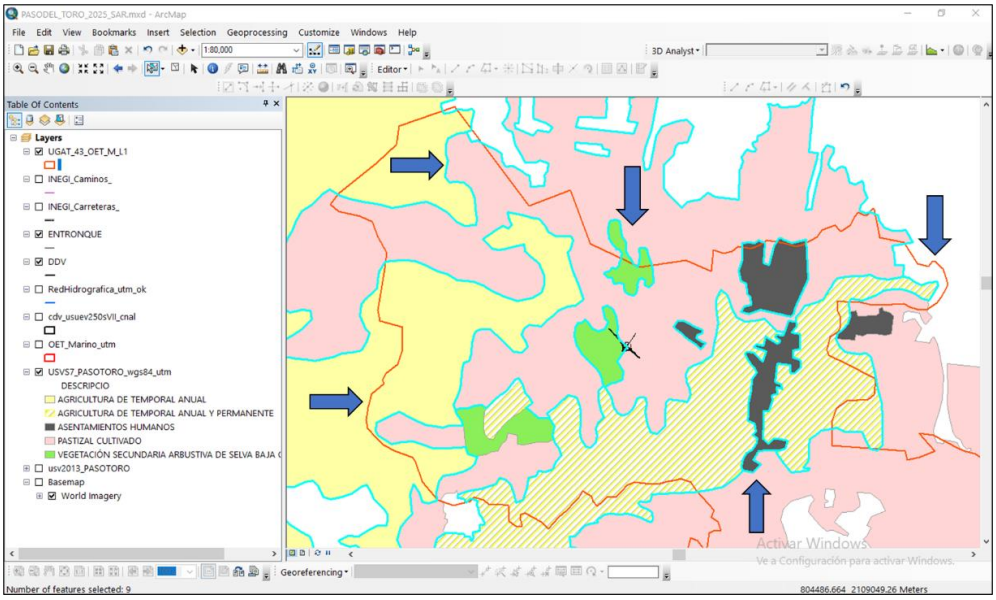


Figura 10. UGAT 43 del POEMyRGMyMC y USV serie 7 INEGI (2021).

4. Posterior a la selección de la "UGAT 43" y los "Usos de suelo y vegetación" (Asentamientos humanos, Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Pastizal cultivado y Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia), se realizó una intersección, entre estos límites, que generó un polígono envolvente dentro del cual se ubica el proyecto en la parte central, generándose así la mayoría de las secciones que definen el SA.

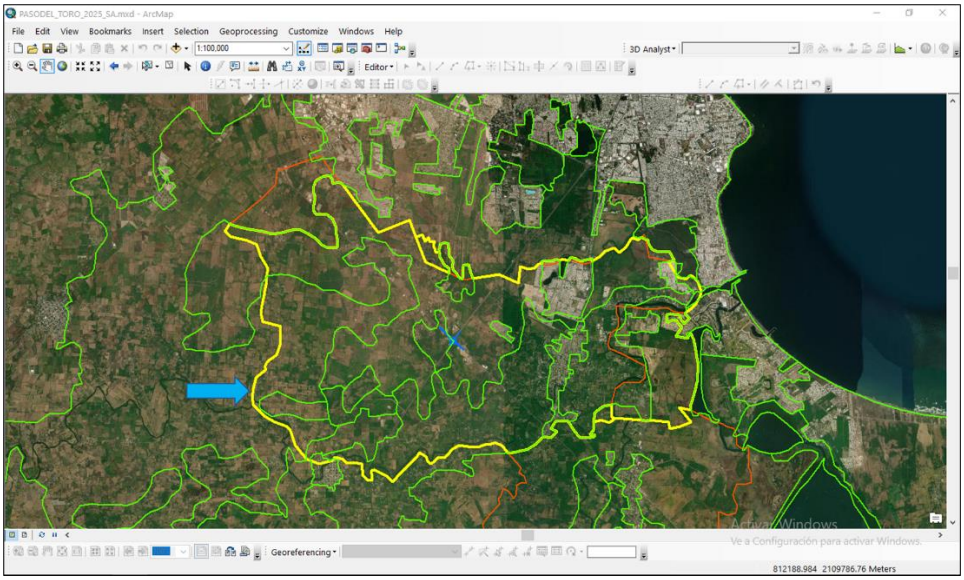


Figura 11. Polígono generado de la intersección (contorno amarillo), entre los límites de la UGAT 43 (contorno naranja) y los USV INEGI (contorno verde), que inciden entre sí.

5. Definido el polígono que surge de la UGAT 43 y el USV INEGI, se procede a incorporar la Red hidrográfica, con la finalidad de incorporar rasgos físicos en la delimitación, que derivo en la posibilidad de ajustes en los límites Norte, Noroeste, Suroeste y Este.

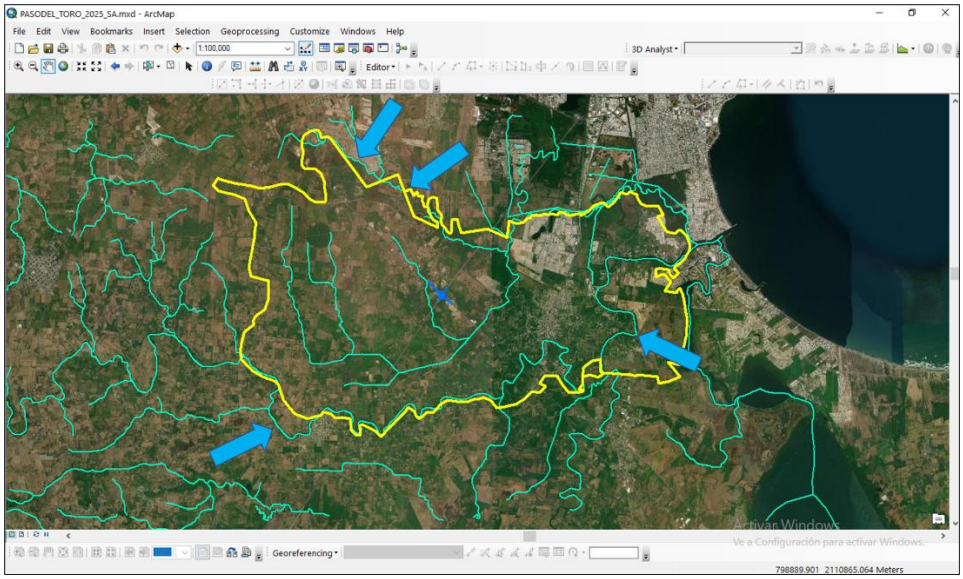


Figura 12. Polígono definido la UGAT 43 del POEMyRGMyMC y USV serie 7 INEGI, con la Red hidrográfica.

6. Para realizar los ajustes identificados con la Red hidrográfica y el polígono previamente generado, se realizó nuevamente una intersección, lo que dio como resultado un SA más congruente acotado también por límites naturales.

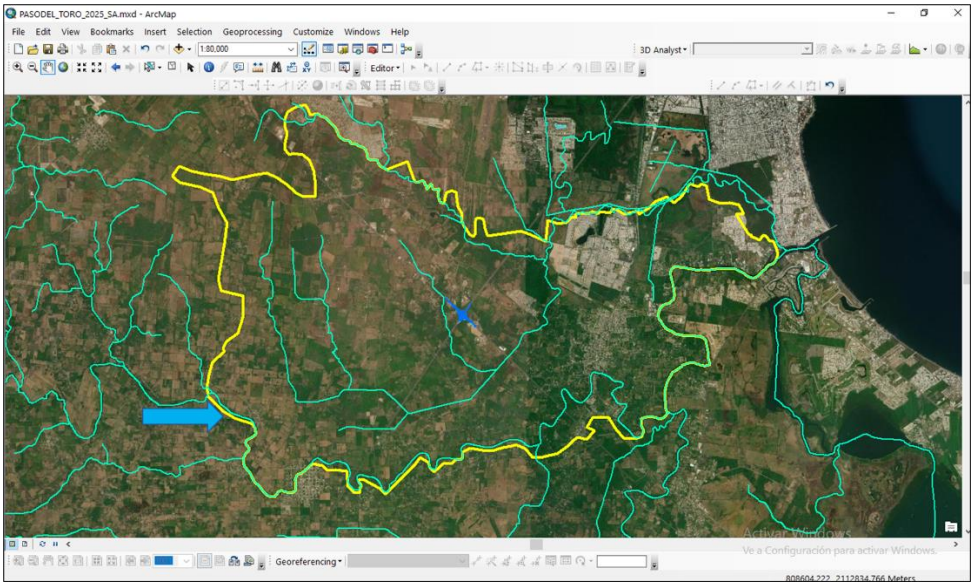


Figura 13. Polígono del SA (contorno amarillo), generado con la intersección del proceso anterior (5) y la Red hidrográfica.

7. Aunado a lo anterior se verificaron los límites de las Áreas naturales protegidas (ANP) Federales y Estatales, determinándose que dentro del polígono generado hasta este punto, inciden dos

ANP Estatales Tembladeras – Laguna Olmeca y Arroyo Moreno, sin embargo al analizar su ubicación, se observó que la primera, respectivamente, se encuentra cercana al proyecto (aproximadamente 1.1 km), mientras que la segunda se ubica alejada del proyecto (aproximadamente 7.5 km), en el extremo Noreste, aislada por asentamientos humanos, áreas con vegetación secundaria, caminos y pastizales cultivados para la ganadería, por lo que se decide excluir esta última y utilizarla para ajustar el SA en ese extremo mediante un recorte, debido a que se considera que la influencia del proyecto en está es poco probable.

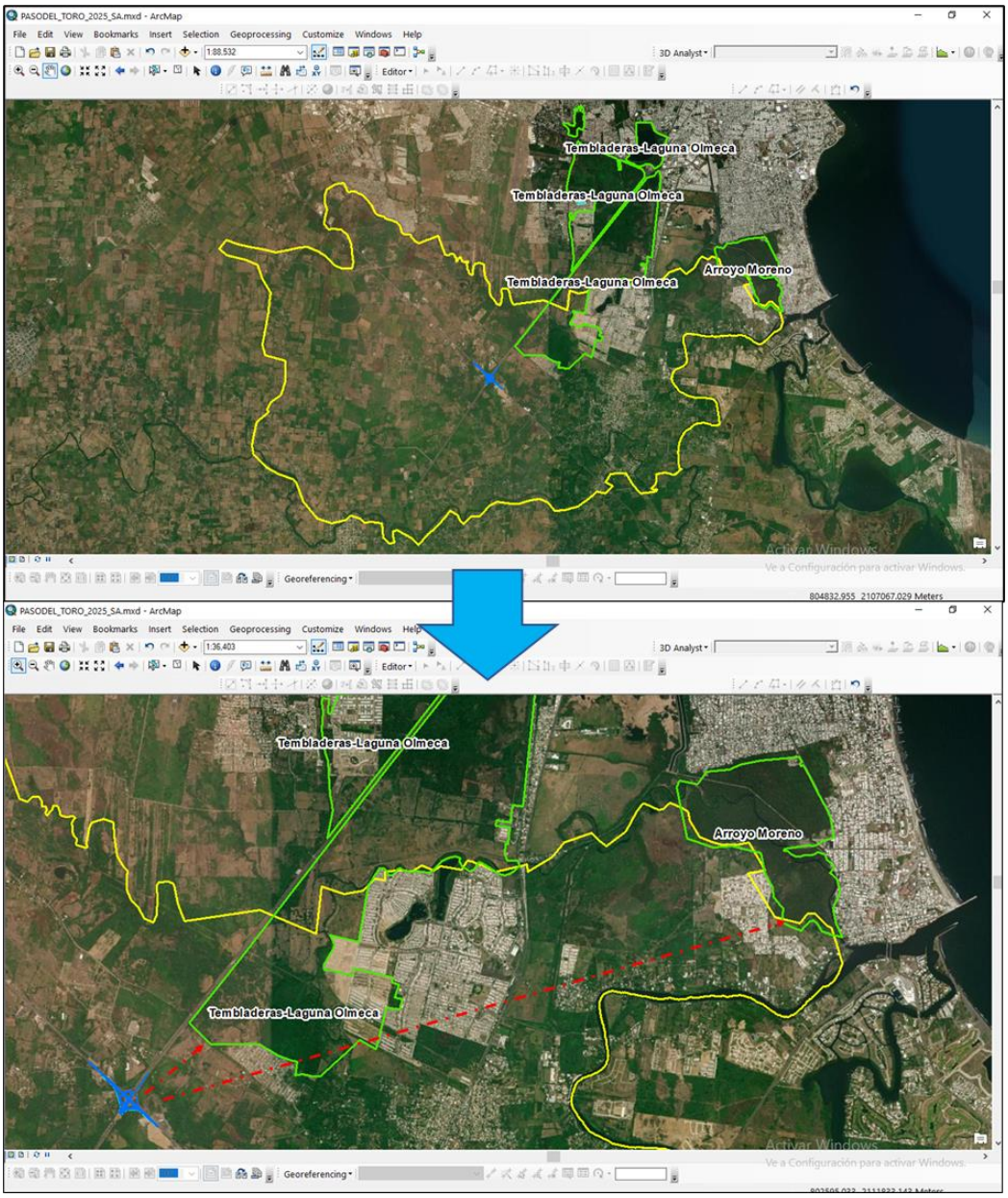


Figura 14. Polígono definido por UGAT 43, USV INEGI y Red hidrográfica, con los límites de 2 ANP Estatales.

8. Como resultado del paso anterior se genera el **Sistema ambiental (SA)** del proyecto el cual cubre una superficie de **10207 ha** aproximadamente, en la que se encuentran 4 usos de suelo y un tipo de vegetación según el USV serie 7 del INEGI (2021).

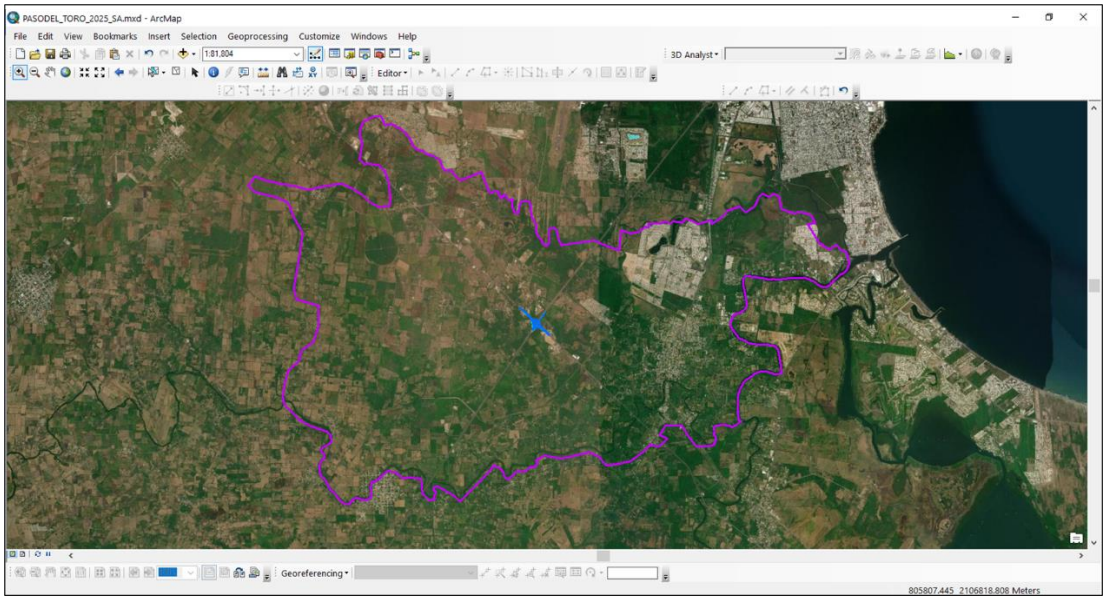


Figura 15. Sistema ambiental delimitado para el proyecto Entronque Paso del Toro.

4.1.2 Análisis retrospectivo

Para la realización del análisis retrospectivo del área del proyecto y el sistema ambiental se procedió a analizar los cambios en la distribución de los usos de suelo y vegetación. Para ello se utilizaron las series de uso de suelo y vegetación de INEGI (series V, VI y VII).

A continuación, se presentan los mapas correspondientes y cantidades de cada una de las unidades referenciadas.

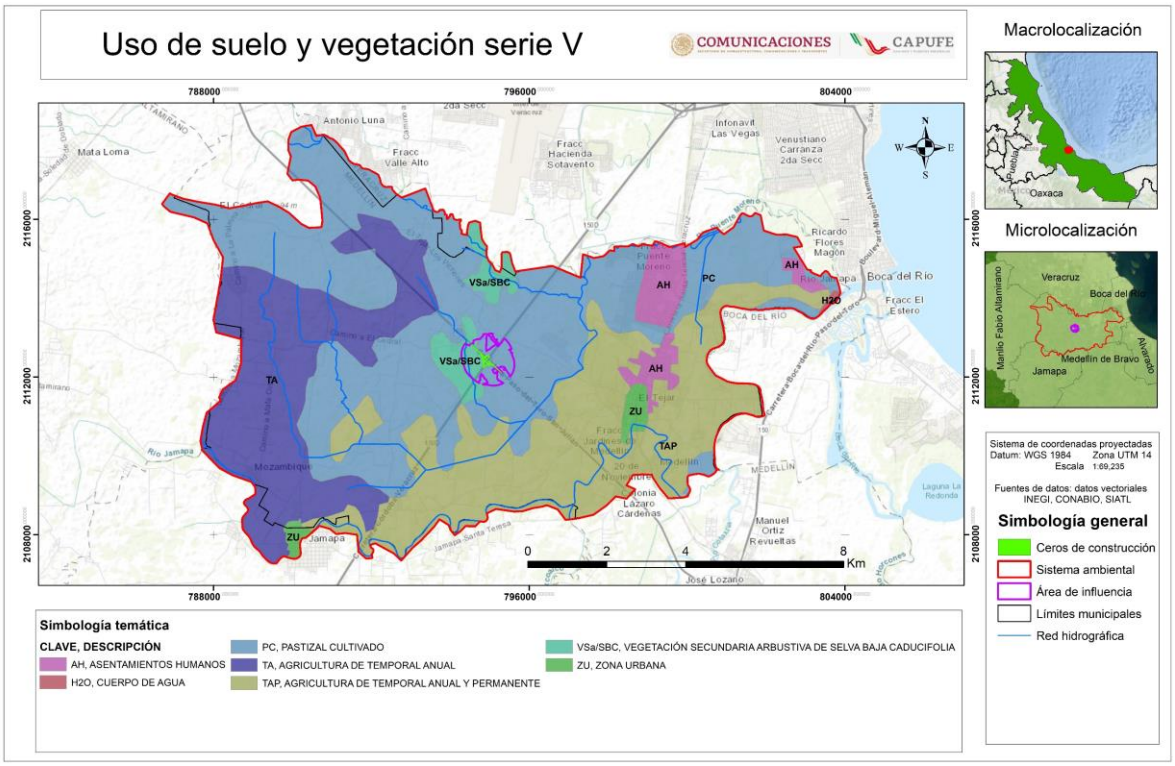


Figura 16. Uso de suelo y vegetación serie V.

Tabla 1. Usos de suelo y vegetación de acuerdo a la serie V del INEGI.

Clave	Descripción	Área (ha)
PC	Pastizal cultivado	4,408.46
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	2,833.87
TA	Agricultura de temporal anual	2,172.27
AH	Asentamientos humanos	375.10
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	293.94
ZU	Zona urbana	112.04
H2O	Cuerpo de agua	11.42
	Total	10,207.10

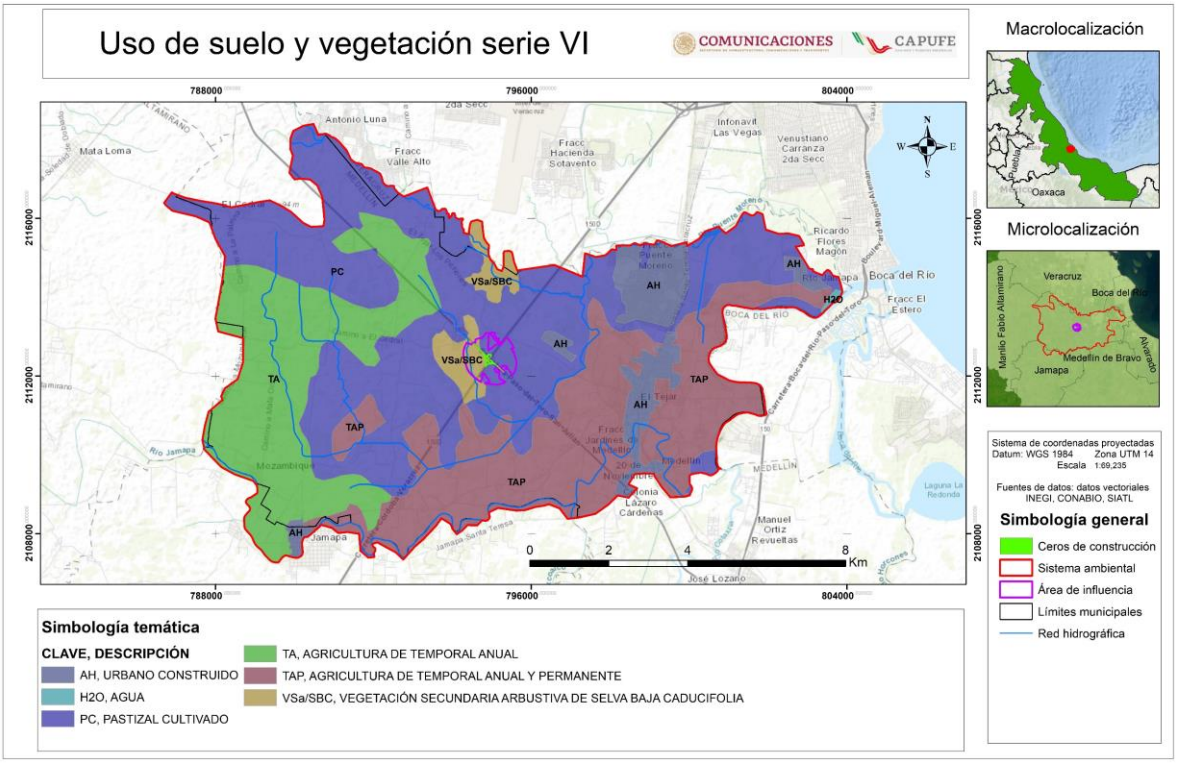


Figura 17. Uso de suelo y vegetación serie VI.

Tabla 2. Usos de suelo y vegetación de acuerdo a la serie VI del INEGI.

Clave	Descripción	Área
PC	Pastizal cultivado	4,267.50
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	2,769.50
TA	Agricultura de temporal anual	2,172.27
AH	Urbano construido	692.47
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	293.94
H_2O	Agua	11.42
	Total	10,207.10

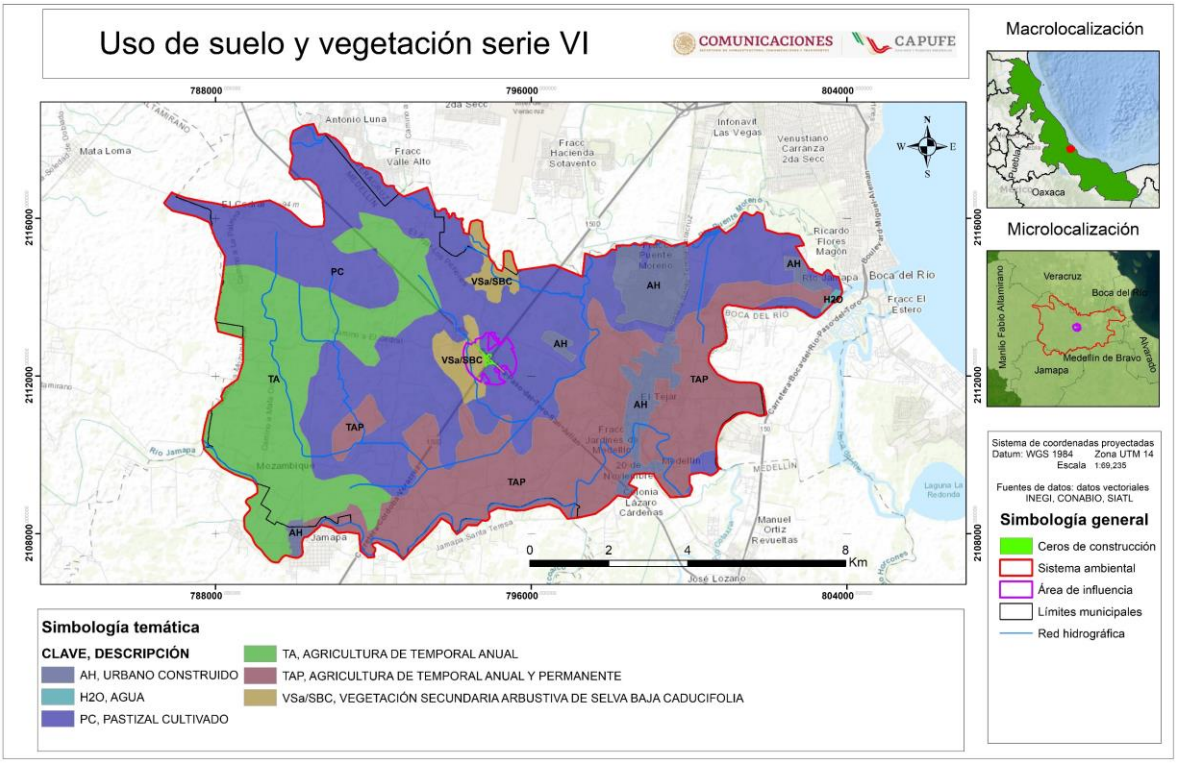


Figura 18. Uso de suelo y vegetación serie VII.

Tabla 3. Usos de suelo y vegetación de acuerdo a la serie VII del INEGI.

Clave	Descripción	Área
PC	Pastizal cultivado	4,486.00
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	2,769.50
TA	Agricultura de temporal anual	1,740.99
AH	Asentamientos humanos	703.05
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	496.14
H_2O	Cuerpo de agua	11.42
	Total	10,207.10

4.1.2.1 Análisis de la información recabada

Basándose en la información previamente plasmada se pudo hacer un análisis temporal de los cambios en cada una de las unidades, resultando lo siguiente:

Tabla 4. Variación en el uso de suelo y vegetación de acuerdo a INEGI.

Unidad	SERIE V (2011)	SERIE VI (2014)	SERIE VII (2021)
Pastizal cultivado	4,408.46	4,267.50	4,486.00
Agricultura de temporal anual y permanente	2,833.87	2,769.50	2,769.50
Agricultura de temporal anual	2,172.27	2,172.27	1,740.99
Asentamientos humanos	375.10	-	703.05
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	293.94	293.94	496.14
Cuerpo de agua	11.42	11.42	11.42

Unidad	SERIE V (2011)	SERIE VI (2014)	SERIE VII (2021)
Zona urbana	112.04	692.47	-
	10,207.10	10,207.10	10,207.10

4.1.2.2 Agricultura de temporal

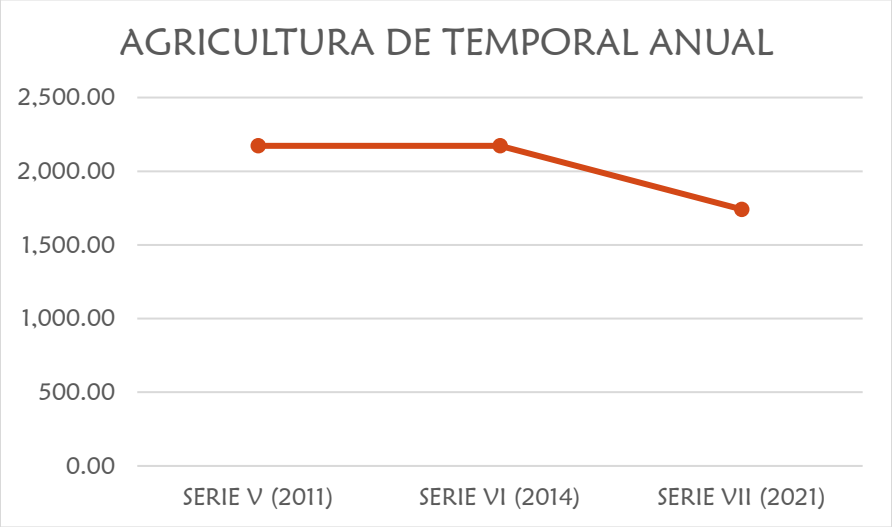


Figura 19. Variación temporal de la agricultura de temporal anual en el SA.

Como se puede apreciar en la figura anterior, la superficie de la agricultura de temporal se ha visto reducida con respecto a la serie VI (2014).

4.1.2.3 Agricultura de temporal anual y permanente

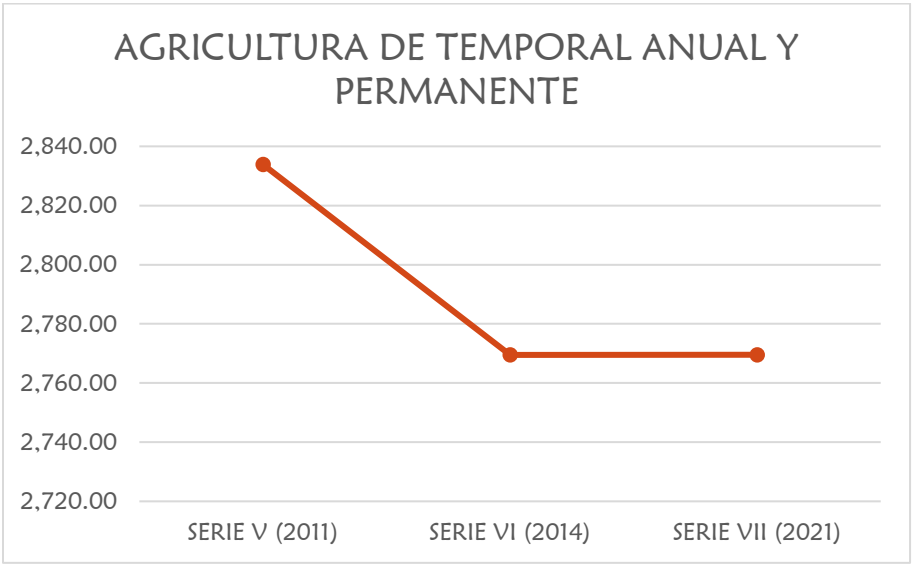


Figura 20. Variación temporal de la agricultura de temporal anual y permanente en el SA.

Como se puede apreciar en la figura anterior, la superficie de la agricultura de temporal anual y permanente también se ha visto reducida con respecto a la serie VI (2014).

4.1.2.4 Pastizal cultivado



Figura 21. Variación temporal de la superficie de pasto cultivado en el SA.

En lo que, respecto al pasto cultivado, la superficie del mismo decreció en la serie VI (2014) pero aumento en la serie VII (2021), lo cual se puede atribuir a un aumento en la demanda de pasto para forraje.

4.1.2.5 Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

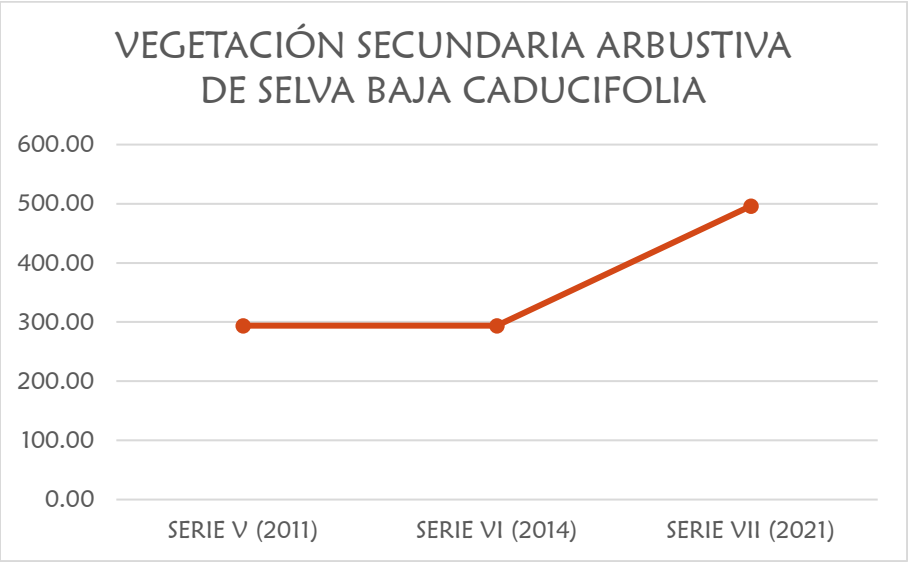


Figura 22. Variación temporal de la superficie de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en el SA.

A pesar del transcurrir del tiempo y el aumento de la población en la zona del sistema ambiental, se ha presentado un aumento en la superficie de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (en el apartado de flora se documenta que más bien se refiere a especies de selva mediana), lo cual si bien es inusual sería un indicativo de que el aumento de la población no está generando afectaciones al medio ambiente, conservado y aumentado la superficie de la vegetación nativa.

4.1.2.6 Asentamientos humanos

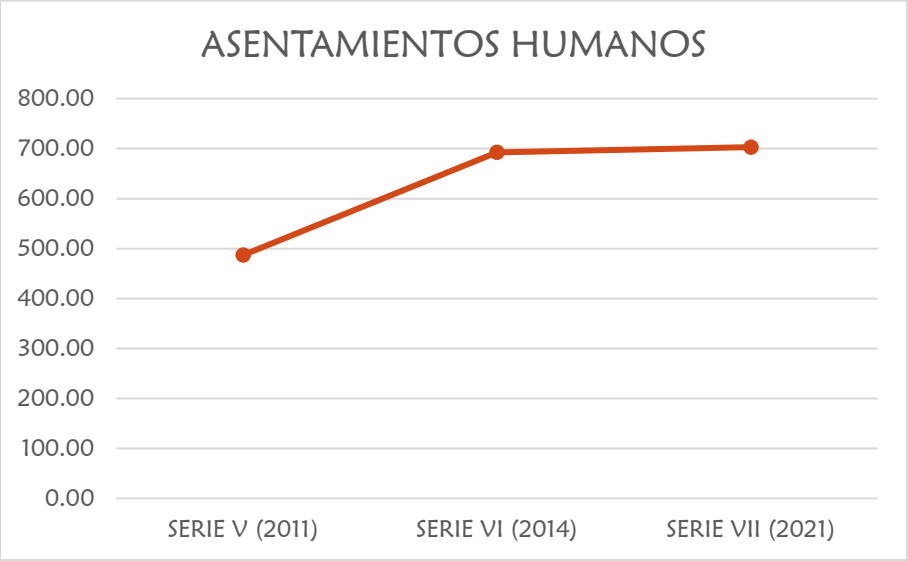


Figura 23. Variación temporal de la superficie de asentamientos humanos en el SA.

En la figura anterior se puede apreciar que hubo un aumento drástico de población de la serie V (2011) a la serie VI (2014), y que hubo un aumento menos notable hacia la serie VII (2021). Cabe mencionar que para poder evaluar dicho cambio se debió igualar la unidad de asentamientos humanos con la de zona urbana ya que las unidades no son homogéneas entre las tres series de datos.

4.1.2.7 Conclusión

De acuerdo a los datos mostrados en este apartado, al analizar la superficie de la vegetación nativa y los asentamientos humanos no se observan afectaciones a la vegetación, siendo un caso en el que incluso ha aumentado la vegetación nativa. Esto se podría explicar debido a que más bien se han perdido superficies de agricultura ya que se han convertido a asentamientos humanos o regresado a un estado de vegetación con especies nativas por abandono. Adicionalmente, a que se ha detectado que las principales actividades económicas de los municipios del sistema ambiental se desarrollan en el sector terciario o de servicios.

Dado lo anterior, se espera que el proyecto no genere mayores afectaciones al medio ambiente por la construcción de las nuevas gasas.

4.2 MEDIO ABIÓTICO

El medio abiótico comprende el conjunto de factores no vivos del ambiente, como el clima, el suelo, el agua y otros elementos físicos y químicos, que influyen directamente en el desarrollo, la supervivencia y la reproducción de los seres vivos.

Estos factores son fundamentales para la vida en la Tierra, ya que determinan las condiciones necesarias para que los organismos puedan desarrollarse y reproducirse. Sin la presencia y el equilibrio de estos componentes no vivos, la vida tal como la conocemos no sería posible.

4.2.1 Provincia biogeográfica

Una provincia biogeográfica es una unidad territorial dentro de una región biogeográfica que se distingue por:

- Poseer especies de flora y fauna propias, muchas de ellas endémicas.
- Compartir condiciones ecológicas similares, incluyendo clima, relieve y tipos de suelo.
- Tener una historia evolutiva común.

En otras palabras, se trata de una zona con un conjunto particular de especies y características ecológicas que la diferencian de otras provincias (Morrone, 2004).

Según la cartografía de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el sistema ambiental del área de estudio comprende una superficie de 10,207.102 ha y se encuentra completamente dentro de la provincia biogeográfica “Golfo de México”.

Esta provincia es una región ecológica de gran riqueza y diversidad, ubicada dentro de la región Neotropical, una de las principales regiones biogeográficas del planeta.

Además, sus condiciones ecológicas particulares—incluyendo clima, relieve y tipos de suelo—permiten el desarrollo de ecosistemas únicos que proporcionan servicios ambientales esenciales, como regulación hídrica, control de erosión, captura de carbono y hábitats para especies de interés ecológico, comercial y cultural.

Desde el punto de vista científico y de manejo ambiental, esta provincia constituye una unidad de referencia para estudios ecológicos y programas de conservación, ya que refleja patrones de distribución de especies, procesos evolutivos y dinámicas ecológicas que no se presentan en otras regiones. Su preservación es fundamental para mantener la resiliencia ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas en la región Neotropical.

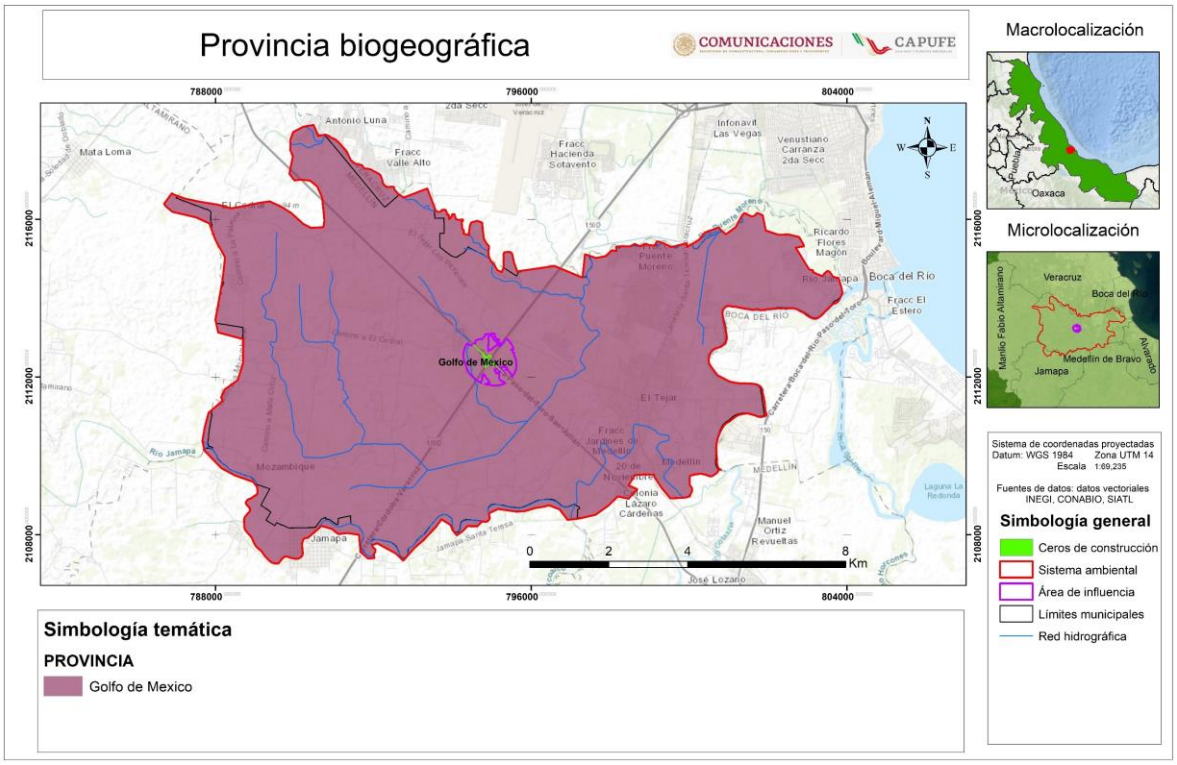


Figura 24. Provincia biogeografía presente dentro del sistema ambiental.

4.2.2 Provincia fisiográfica

Una provincia fisiográfica es una unidad del relieve terrestre que se distingue por tener características geológicas, topográficas y geomorfológicas similares. Es decir, es una región de un país que comparte un mismo tipo de formación del terreno, como montañas, llanuras, mesetas, sierras, etc.

Para el caso específico del proyecto, el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto localizado en el estado de Veracruz el 100% del SA, se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica denominada "**Llanura Costera del Golfo Sur**" como se muestra en la Figura 25.

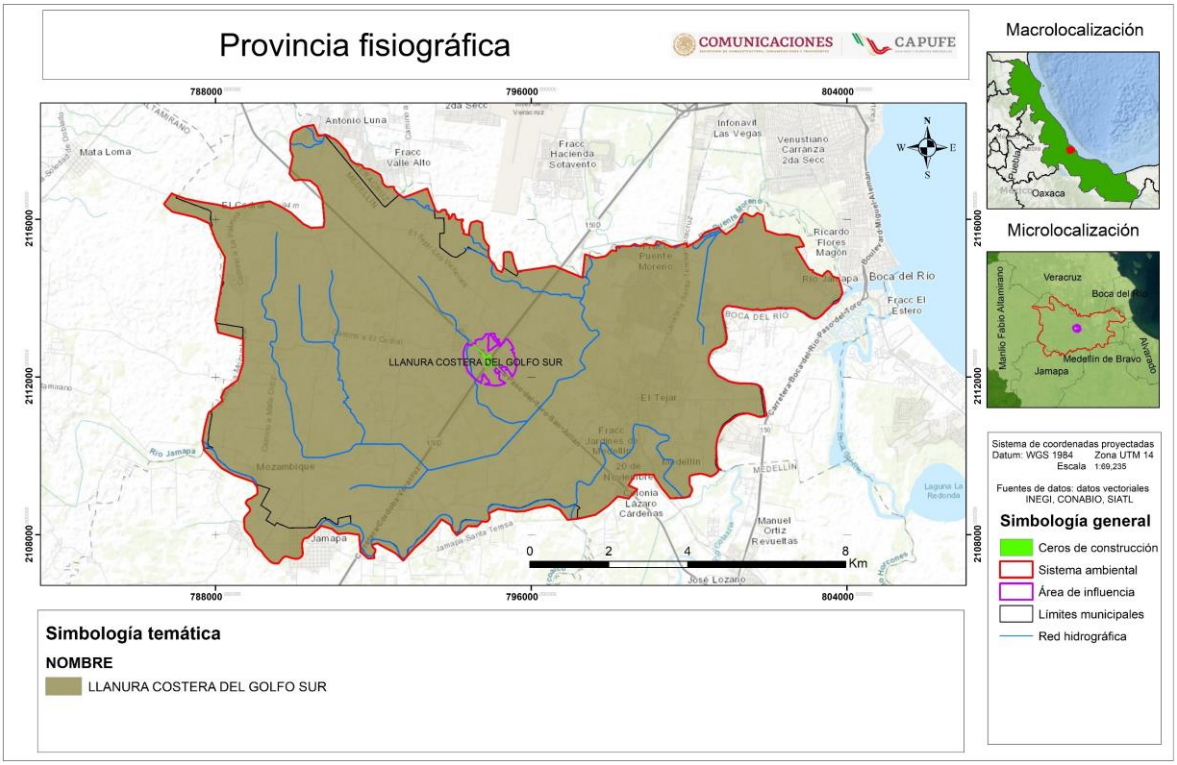


Figura 25. Provincia fisiográfica presente dentro del sistema ambiental.

La Llanura Costera del Golfo Sur es una provincia fisiográfica ubicada en el sureste de México. Forma parte de la gran franja de llanuras que se extienden a lo largo del litoral del Golfo de México. Esta provincia tiene características particulares que la hacen muy importante desde el punto de vista geográfico, ecológico y económico.

Se extiende a lo largo de la costa del sur de Veracruz, Tabasco, parte del norte de Chiapas, Campeche y áreas colindantes con la península de Yucatán.

Esta provincia se caracteriza porque en ella abundan los suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan, que tienen su desembocadura en el Golfo de México. El paisaje principal de esta provincia fisiográfica son las superficies planas originadas por la acumulación fluvial.

4.2.2.1 Subprovincia fisiográfica

Una subprovincia fisiográfica es una unidad más específica dentro de una provincia fisiográfica, que presenta características propias en cuanto a: relieve, origen geológico, altitud y forma de terreno (INEGI (2008). La subprovincia fisiográfica que representa la zona del proyecto corresponde a **Llanura Costera Veracruzana** como se muestra en la Figura 26.

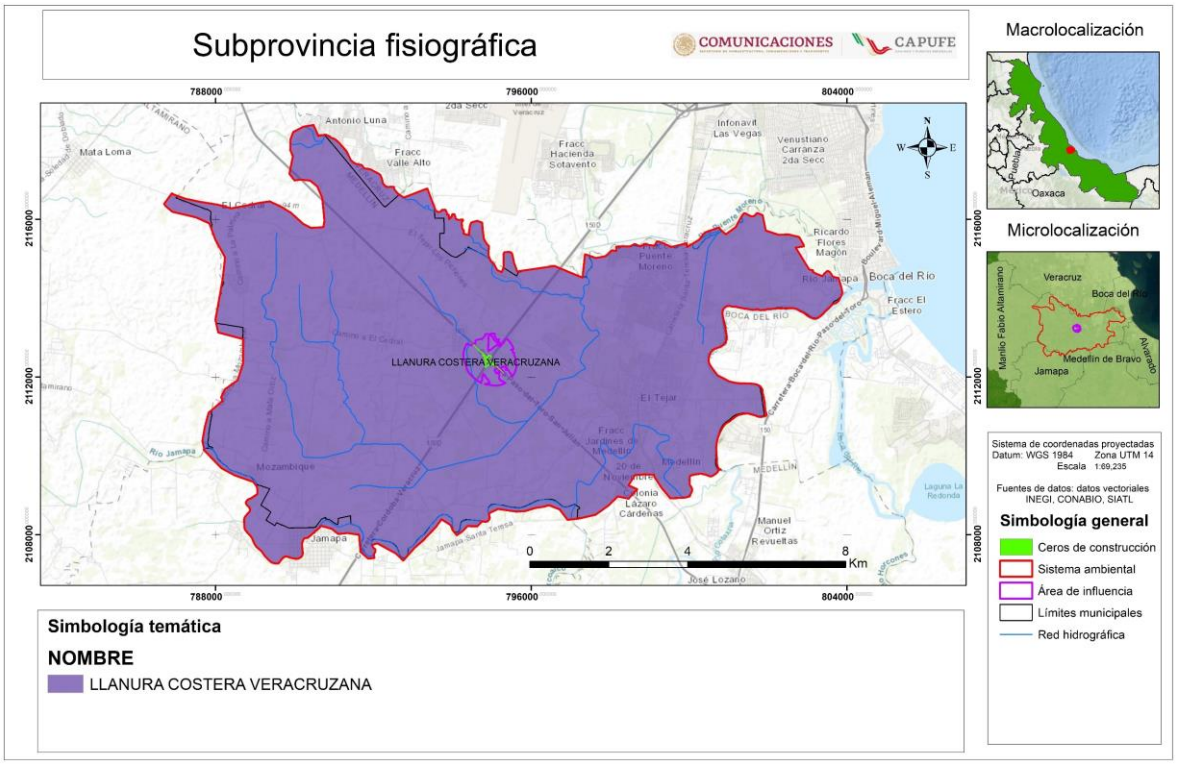


Figura 26. Subprovincia fisiográfica presente dentro del sistema ambiental.

La subprovincia fisiográfica **"Llanura Costera Veracruzana"** se localiza a lo largo del **litoral central del estado de Veracruz,** entre la Sierra Madre Oriental (al oeste) y el Golfo de México (al este). Se extiende aproximadamente desde **Tuxpan** en el norte hasta **el río Papaloapan** en el sur, se distingue por la presencia de lomeríos suaves ubicados al este y noroeste. En una mayor extensión, se identifican llanuras con sistemas lagunares permanentes que ocupan extensas superficies. Los rasgos fisiográficos se caracterizan por una topografía relativamente plana con alturas menores a los 200 metros sobre el nivel del mar, como se comprobó con los recorridos realizados en el área del proyecto.

4.2.3 Topoformas

Cada subprovincia fisiográfica se encuentra conformada por diversos sistemas de topoformas, que además de permitir identificar características particulares del lugar sirven de base para efectos de regionalización de un área. Una topoforma es una unidad del paisaje que se puede distinguir por su forma en la superficie terrestre.

El conjunto de formas de terreno que integran el Sistema Ambiental del proyecto corresponde a Llanura aluvial costera y Lomerío con llanuras.

Tabla 5. Sistema de topoformas presentes en el sistema ambiental.

Entidad	Nombre	Descripción	Superficie en hectáreas (ha)	Relación porcentual respecto al SA
Sistema de topoformas	Llanura	Llanura aluvial costera	6655.005	65.200
	Lomerío	Lomerío con llanuras	3552.097	34.800

Entidad	Nombre	Descripción	Superficie en hectáreas (ha)	Relación porcentual respecto al SA
Total			10207.102	100

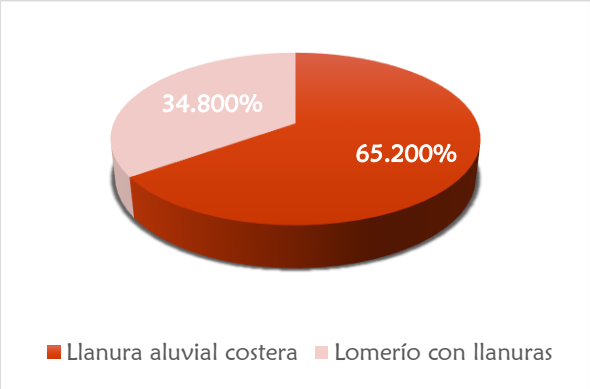


Figura 27. Relación porcentual de los dos sistemas de topoformas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

Como se muestra en la figura anterior en la zona noreste del sistema ambiental se encuentra el sistema de topoforma llamado lomerío con llanuras el cual es un tipo de topoforma (forma del relieve) que combina: Lomeríos es decir pequeñas colinas o lomas suaves, de poca altitud y pendientes moderadas llanuras (zonas planas o casi planas, con muy poca pendiente, a menudo formadas por depósitos fluviales o costeros), es decir combinan zonas planas con colinas suaves las cuales son regiones aptas para la agricultura y la ganadería porque facilitan la construcción de caminos y asentamientos por sus pendientes suaves sin embargo algunas zonas pueden ser vulnerables a inundaciones o erosión.

Es importante mencionar que el área de influencia directa del proyecto en su totalidad se encuentra inmerso dentro del sistema de topoformas denominada: Llanura aluvial costera.



Figura 28. El área de influencia directa del proyecto en su totalidad se encuentra inmerso dentro del sistema de topoformas "Llanura aluvial costera".

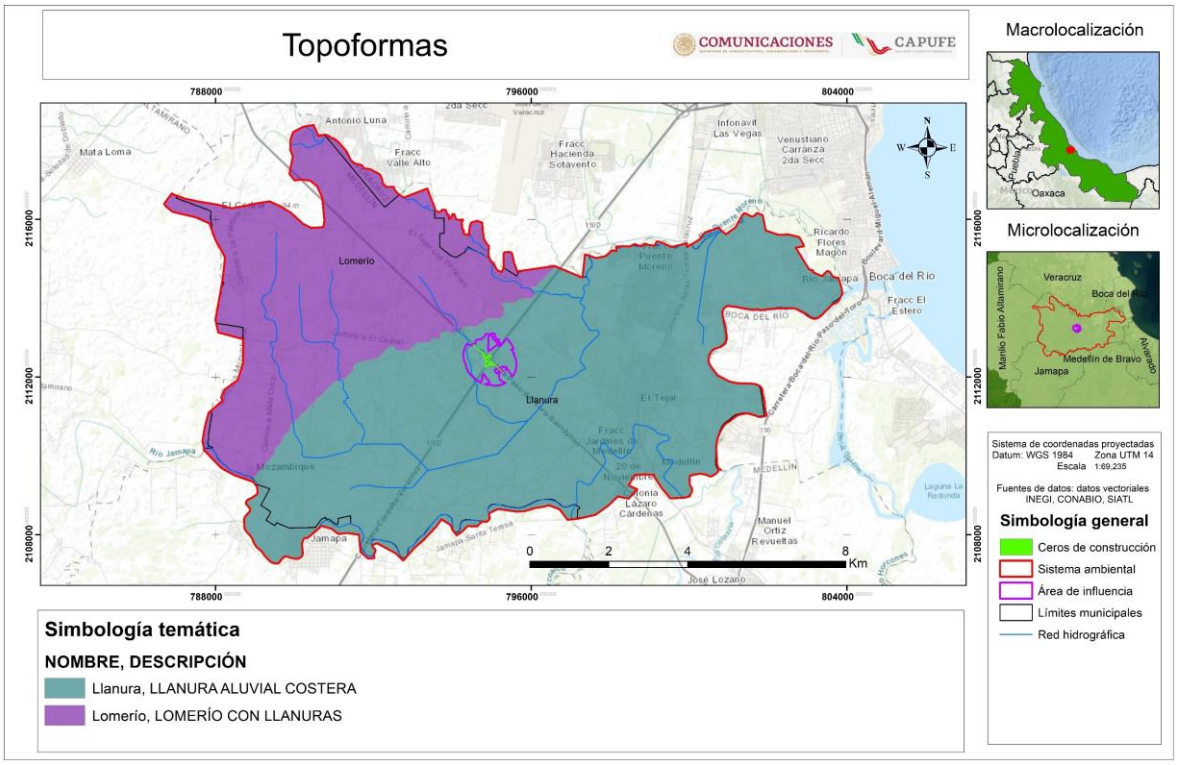


Figura 29. Sistema de topoformas presentes dentro del sistema ambiental del proyecto.

Como se visualiza en la Figura 29 el sistema de topoformas presente en la AI ha sido fuertemente modificada por las diferentes actividades antropogénicas.

4.2.4 Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas (como temperatura, humedad, precipitaciones, viento y presión atmosférica) que caracterizan una región durante largos períodos de tiempo, generalmente décadas.

Tomando en cuenta los datos generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el tipo de clima presente dentro del Sistema Ambiental del proyecto, de acuerdo a la clasificación de tipos de climas del alemán Wladimir Peter Köppen (1936), modificado por Enriqueta García (1973), corresponde a los siguientes subtipos de clima cálido subhúmedo: **Aw1(w)** y **Aw2(w).**

Tabla 6. Tipos de climas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

Clave	Tipo	Descripción	Distinción	Superficie en hectáreas (ha)	Relación porcentual (%)
Aw1(w)	Cálido subhúmedo	Temperatura media mensual siempre superior a 18 °C. Con presencia de vegetación tropical, como selvas, sabanas o bosques húmedos.	Mas seco	5965.858	58.448

Clave	Tipo	Descripción	Distinción	Superficie en hectáreas (ha)	Relación porcentual (%)
Aw2(w)		Temperatura media mensual superior a 18 °C durante todo el año.	Mas húmeda Por lo que puede permitir más cultivos de ciclo largo, por tener más lluvias.	4241.244	42.552
Total				10207.102	100

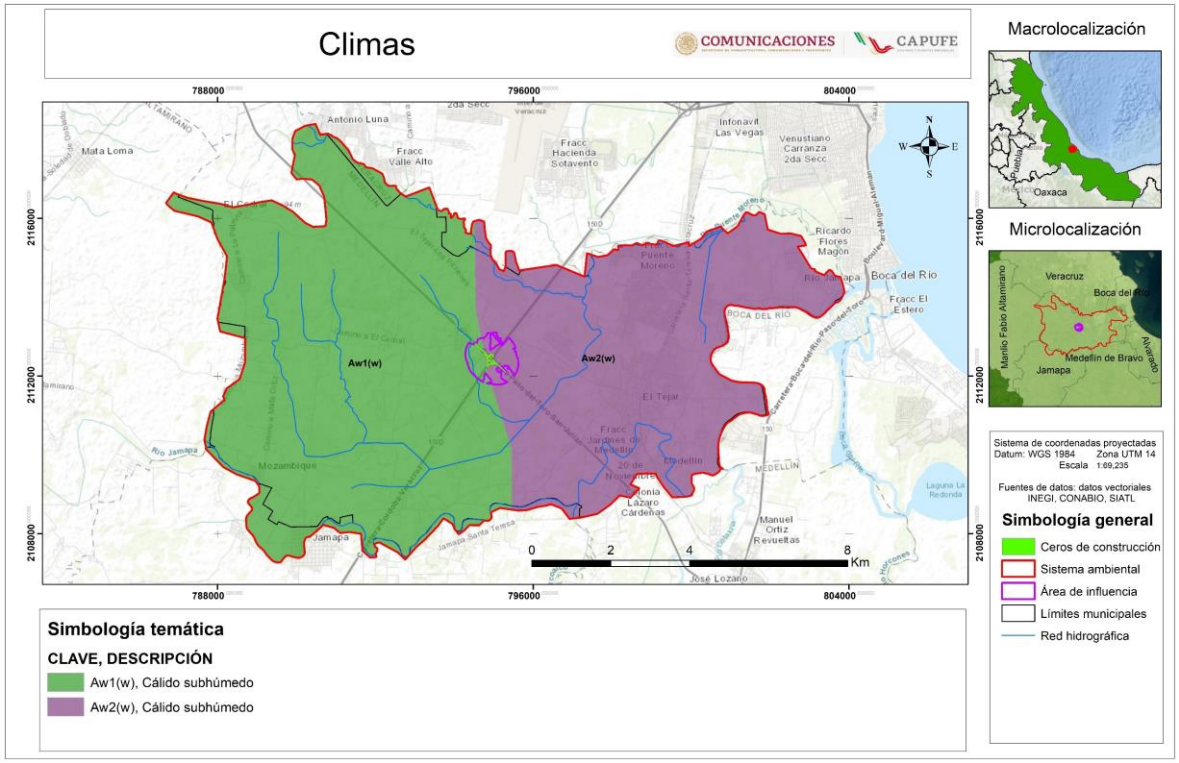


Figura 30. Climas presentes dentro del sistema ambiental.

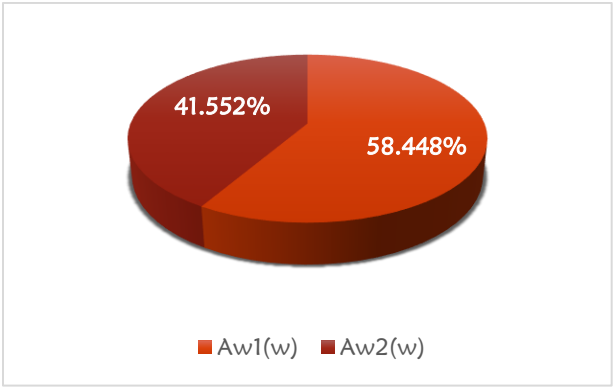


Figura 31. Relación porcentual de los dos subtipos de climas presentes en el sistema ambiental del proyecto.

Como se muestra en la Figura 30 el clima subtipo Aw1(w) domina en la parte oeste del sistema ambiental el cual es característico de regiones más bajas o interiores donde las masas de aire seco tienen más efecto, mientras que en la zona este del sistema ambiental se encuentra compuesto por el clima Aw2 w) debido a que se encuentra en zonas tropicales más elevadas o cercanas a cuerpos de agua donde la humedad es mayor.

La precipitación media anual es un factor que se deriva directamente de los efectos climáticos de un área determinada, este valor se obtiene a partir del promedio de las lluvias registradas en los doce meses del año.

Con base a los datos generados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI, 2007), se reportó que la precipitación media anual en la zona del proyecto oscila entre los 1200 a 1500 mm anuales. Debido a que los vientos dominantes provienen del Océano Pacífico, y estos a su vez transportan una gran cantidad de humedad, al Eje Neovolcánico Transversal, del cual es parte la Sierra Chichinautzin; las montañas detienen esta humedad y la captura en las partes altas. Lo cual es determinante en la presencia de la flora y fauna que se distribuye en la zona.

4.2.4.1 Temperatura

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales digitales generados por la CONABIO en 2009, dentro del sistema ambiental la temperatura media anual registrada para la zona donde se ubica el proyecto, es de 24 a 26 ° C lo cual corresponde a una zona térmica cálida. Lo cual influye en la presencia de los componentes bióticos registrados.

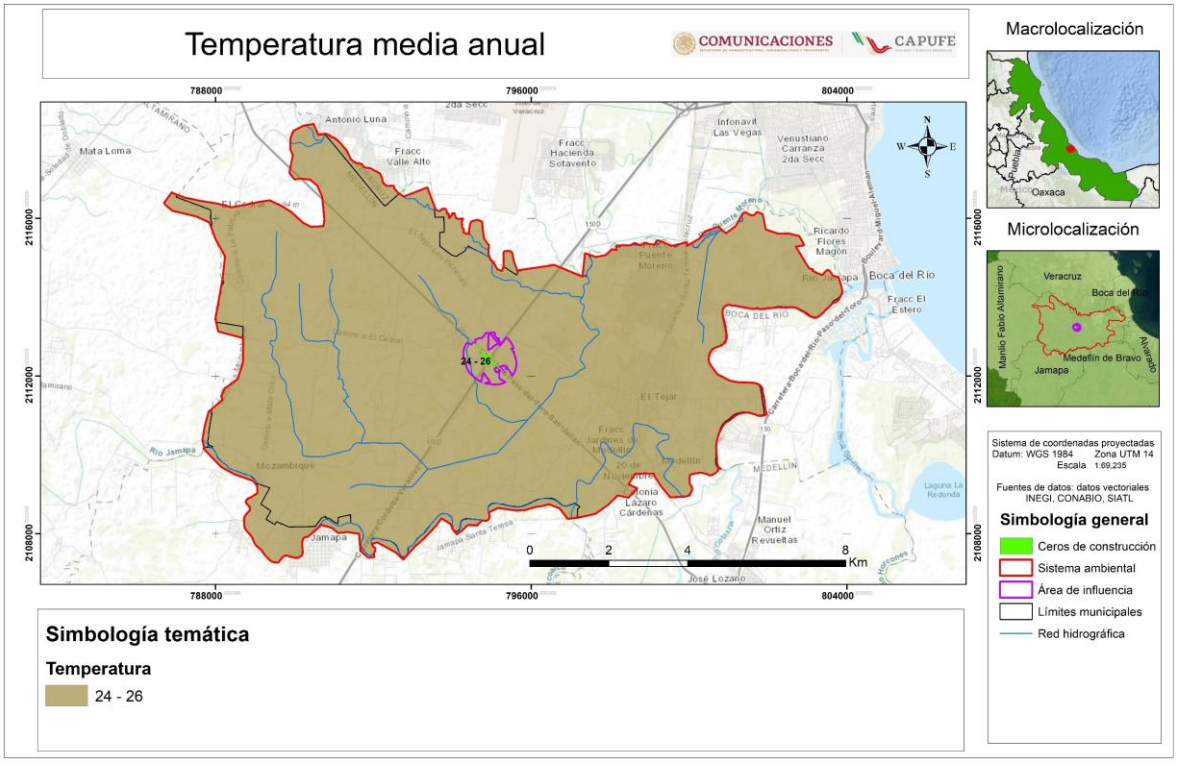


Figura 32. Temperatura media anual presente en la zona del proyecto.

4.2.4.2 Precipitación

La precipitación media anual presente en la zona donde se pretenden construir las gazas complementarias, oscila entre los 1,200 a 1,500 mm. Debido a que los vientos dominantes provienen del Océano Pacífico, y estos a su vez transportan una gran cantidad de humedad, al Eje Neovolcánico Transversal, del cual es parte la Sierra Chichinautzin; las montañas detienen esta humedad y la captura en las partes altas.

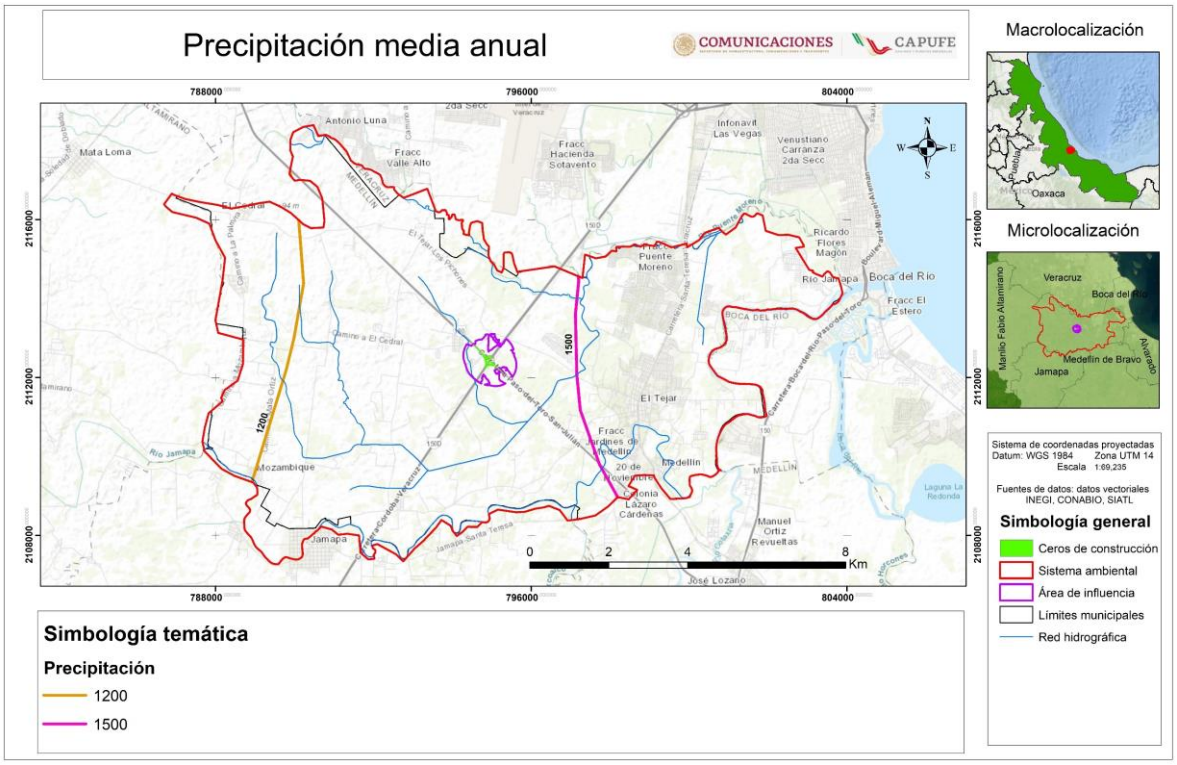


Figura 33. Precipitación media anual presente en la zona del proyecto.

4.2.5 Geología

Las unidades cronoestratigráficas presentes en el sistema ambiental del proyecto datan de la era Cenozoica, sistema Cuaternario de rocas N/A y sedimentaria representadas por la clave y tipo: Q(s) (N/A) y Q(ar-cg) (Arenisca-Conglomerado), de acuerdo a las capas generadas por el instituto nacional de estadística y geografía (INEGI, 2002).

La distribución porcentual del tipo de geología presente en el sistema ambiental y área directa del proyecto se muestra en la Tabla 7, Figura 34.

Tabla 7. Tipos de rocas presentes dentro del sistema ambiental.

Clave	Clase	Tipo	Superficie en ha	Sistema	Sup_ha	Porcentaje
Q(s)	SUELO	N/A	Cenozoico	Cuaternario	5951.736	58.310
Q(ar-cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca-Conglomerado			4255.365	41.690
TOTAL					10207.102	100

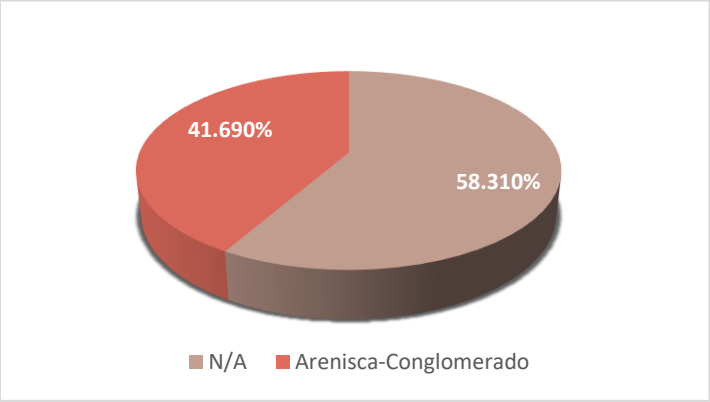


Figura 34. Relación porcentual de los tipos de rocas presentes en el sistema ambiental.

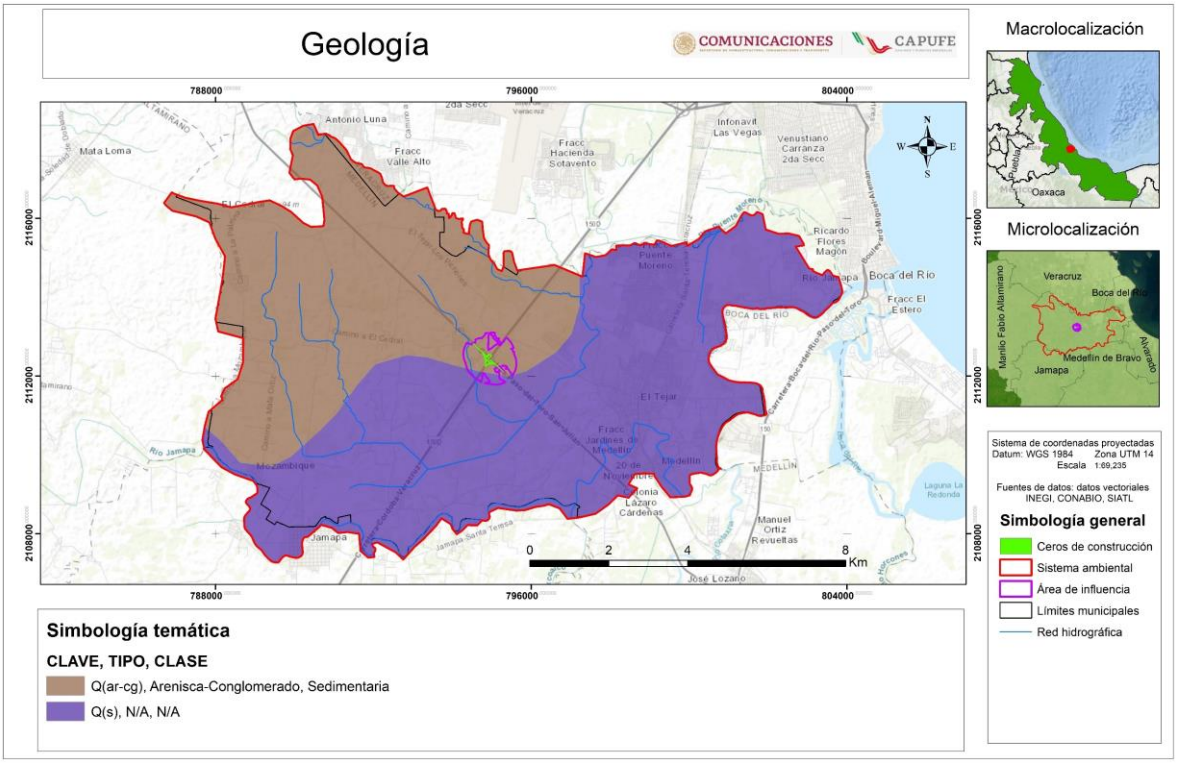


Figura 35. Geología presente dentro del sistema ambiental.

A continuación, se describen los tipos de geología registrados durante los trabajos en campo.

Q(s)

Se refiere a depósitos cuaternarios recientes (Q) de sedimentos sueltos (s), que incluyen arenas, gravas, limos y arcillas de origen fluvial, lacustre o aluvial.

Estos depósitos se caracterizan por:

- Ser no consolidados, con baja cohesión y alta porosidad.

- Tener gran variabilidad granulométrica, dependiendo del transporte y origen de los sedimentos.
- Estar asociados a valles fluviales, terrazas y planicies aluviales, donde pueden presentarse horizontes saturados o zonas con infiltración activa de agua.

Desde el punto de vista ambiental y geotécnico, los suelos Q(s) presentan:

- Alta susceptibilidad a erosión en pendientes o bajo flujos de agua.
- Capacidad de recarga de acuíferos, debido a su permeabilidad.
- Limitaciones para la construcción de estructuras pesadas sin estudios geotécnicos previos, ya que pueden asentarse o presentar problemas de liquefacción en zonas sísmicas.

Q(ar-cg)

El símbolo Q(ar-cg) generalmente se refiere a depósitos cuaternarios (Q) compuestos por arenas y gravas (ar-cg), de origen aluvial, fluvial o coluvial.

Estos depósitos se caracterizan por:

- Ser no consolidados, con baja cohesión y alta porosidad.
- Poseer gran variabilidad granulométrica, incluyendo arenas (ar) y gravas (cg), que dependen de la energía del agente de transporte y del material fuente.
- Estar localizados en valles fluviales, terrazas y planicies aluviales, donde predominan procesos de sedimentación reciente.

Desde el punto de vista ambiental y geotécnico, estos depósitos presentan:

- Alta permeabilidad, lo que favorece la infiltración y recarga de acuíferos.
- Susceptibilidad a erosión en pendientes o bajo flujos de agua concentrados.
- Limitaciones para construcciones pesadas, debido a su naturaleza suelta y posible asentamiento diferencial, especialmente en zonas sísmicas.

4.2.6 Edafología

El origen de los suelos está estrechamente relacionado con el material geológico y con los factores ambientales que intervienen en los procesos de intemperismo del material parental, como el clima y la vegetación.

En el sistema ambiental (SA) y en el área directa del proyecto, las unidades edafológicas identificadas corresponden a Lc/2, Hl+Re/2/G, Hl/2 y Lo+Hl/2, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Unidad edafológica presente en el sistema ambiental.

Clave	Tipo de suelo	Clasificación primaria	Textura	Superficie en hectáreas	Porcentaje (%)
Lc/2	Luvisol	Crómico	Media	4291.495	42.044
Hl+Re/2/G	Feozem	Eútrico		2280.021	22.338
Hl/2	Feozem	Lúvico		109.201	1.070

Clave	Tipo de suelo	Clasificación primaria	Textura	Superficie en hectáreas	Porcentaje (%)
Lo+Hl/2	Luvisol	Órtico		3526.385	34.548
TOTAL				10207.102	100

Según datos proporcionados por el INEGI, la zona del proyecto presenta predominantemente luvisol crómico (42.044%), seguido por luvisol órtico (34.48%). En menor proporción se encuentran los suelos Feozem eútrico (22.338%) y Feozem lúvico (1.070%), todos de textura media, como se observa en la Figura 36.

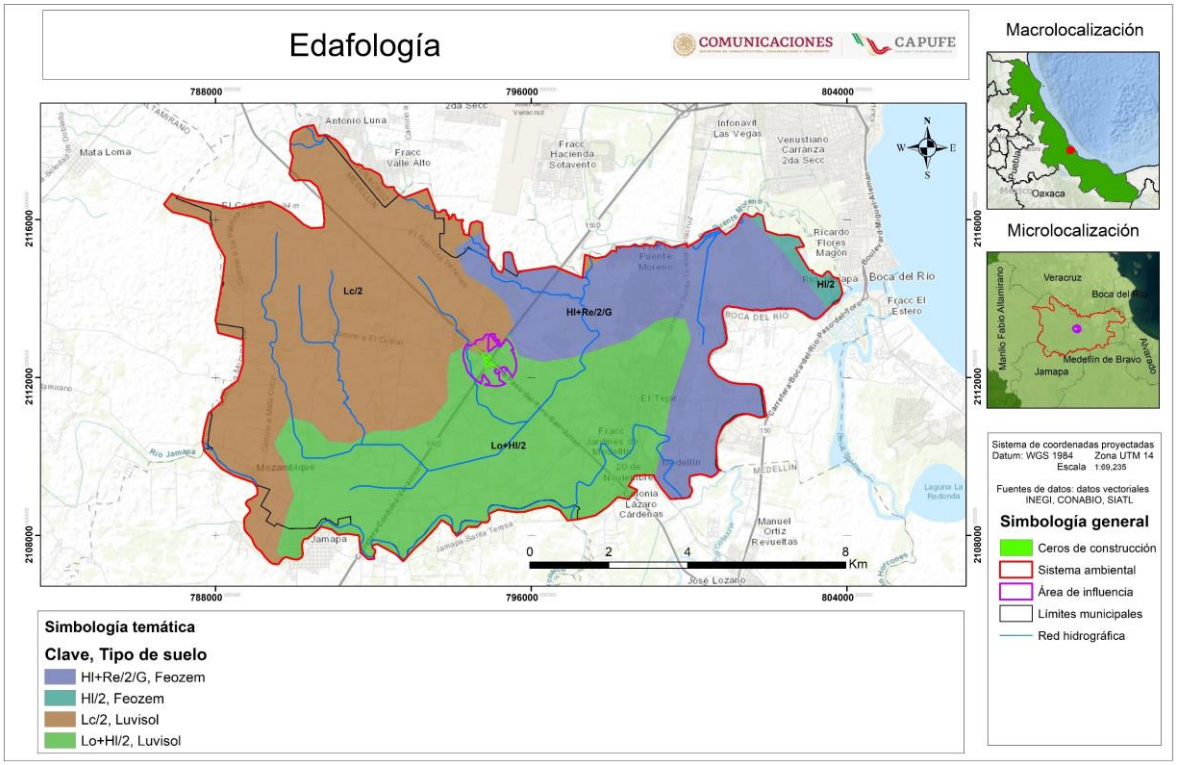


Figura 36. Edafología presente dentro del sistema ambiental.

A continuación, se ofrece una breve descripción de los tipos de suelo reportados dentro del sistema ambiental:

Luvisol crómico: Luvisol crómico: Suelo con horizonte enriquecido en arcilla, caracterizado por buena fertilidad y capacidad de retención de nutrientes. Su color suele ser rojizo o amarillento, y presenta textura media, lo que facilita el drenaje y la aireación.

El suelo de tipo **luvisol órtico**, Similar al luvisol crómico, pero con menor desarrollo del horizonte arcilloso y menor contenido de materia orgánica. Su textura media permite una adecuada infiltración de agua, siendo apto para diversos usos agrícolas.

Feozem eútrico: Suelo fértil, oscuro y rico en materia orgánica, con buen desarrollo estructural. Posee textura media y alta capacidad de retención de agua, siendo favorable para la vegetación natural y el uso agrícola.

Feozem lúvico: Suelo oscuro con horizonte arcilloso bien desarrollado, aunque en menor proporción en el área. Su textura media ofrece buena capacidad de retención de agua y nutrientes, pero puede presentar limitaciones en drenaje en áreas planas o con acumulación de humedad.

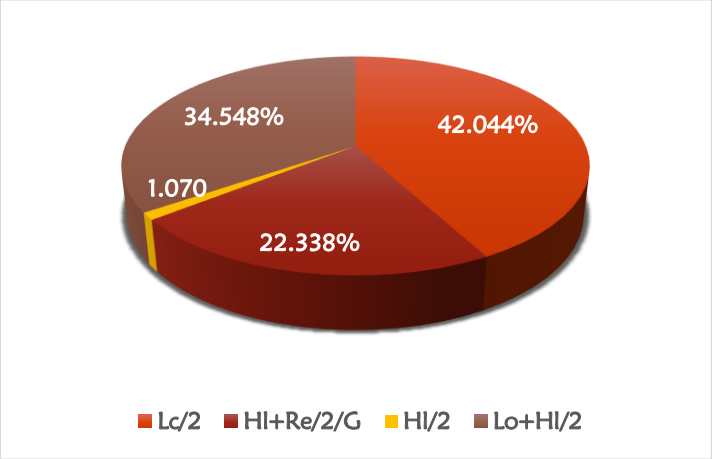


Figura 37. Relación porcentual de los tipos de suelo presentes en el sistema ambiental del proyecto.



Figura 38. Unidades edafológicas presentes en dentro del sistema ambiental y área directa del proyecto.

4.2.7 Degradación del suelo

Según datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) hasta el año 2004, dentro del Sistema Ambiental (SA), se identificaron dos tipos de degradación del suelo en la zona que comprende el sistema ambiental. Estos incluyen la degradación química, caracterizada por la declinación de la fertilidad y la reducción del contenido de materia orgánica y degradación física por compactación, de grado medio causado principalmente por las actividades agrícolas y el sobrepastoreo.

Tabla 9. Tipos de degradación presentes dentro del sistema ambiental.

Tipo	Grado	Causa	Superficie en hectáreas	Porcentaje (%)
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	2196.172	21.516
Degradación física por compactación		Sobrepastoreo	910.475	8.920

Tipo	Grado	Causa	Superficie en hectáreas	Porcentaje (%)
Sin erosión aparente	N/A	N/A	7100.455	69.564
TOTAL			10207.102	100



Figura 39. Evidencia de degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y degradación física por compactación causada principalmente por las actividades humanas, agrícolas y sobrepastoreo.



Figura 40. Área directa del proyecto.

Aunque la información proporcionada por la CONABIO no incluye datos específicos sobre la degradación del suelo en la zona del proyecto, los estudios de campo evidencian que las actividades de mantenimiento constante de las autopistas 150D y 180, así como los asentamientos humanos, comercios y áreas dedicadas a la agricultura y al pastoreo, han contribuido al deterioro del suelo. Esto se observa en la Figura 41 donde se identifican áreas adyacentes a la infraestructura vial que presentan signos visibles de degradación.



Figura 41. Área directa del proyecto.

4.2.8 Erosión

La erosión del suelo es un proceso natural, especialmente en zonas montañosas; sin embargo, con frecuencia se ve agudizada por prácticas de manejo inadecuadas (FAO, 2020).

En el sistema ambiental, se identificaron cuatro tipos de erosión, los cuales se ilustran en la Figura 43. En la Tabla 10 se presentan las superficies, en hectáreas, correspondientes a cada tipo de erosión presente en el área de estudio.

Tabla 10. Erosión presente en el sistema ambiental.

Unidad de erosión	Superficie en hectáreas	Porcentaje (%)
Asentamientos humanos	649.058	6.359
Agua	6.359	0.062
Sin erosión aparente	9425.343	92.341
Zonas urbanas	126.341	1.238
Total	10207.102	100

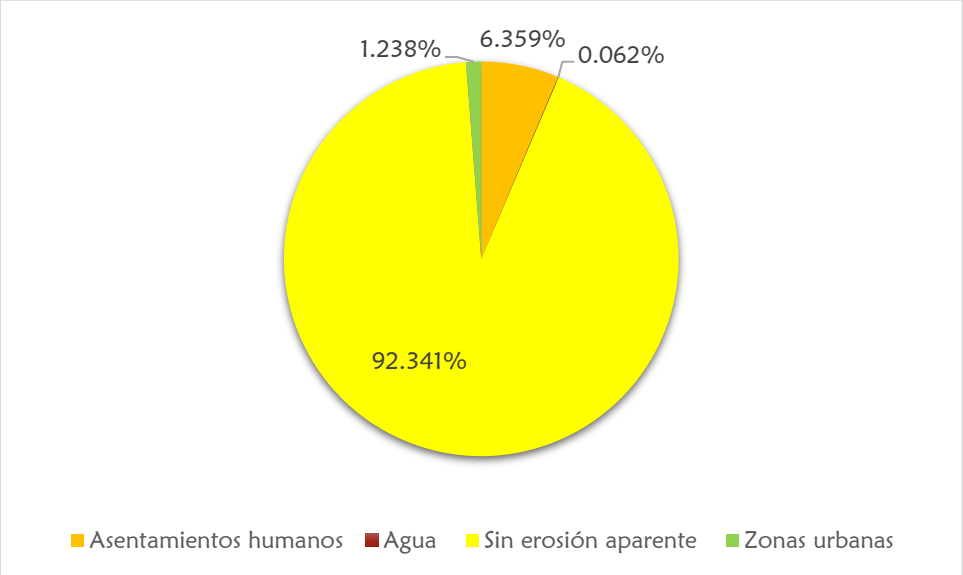


Figura 42. Relación porcentual del tipo de erosión presente dentro del sistema ambiental.

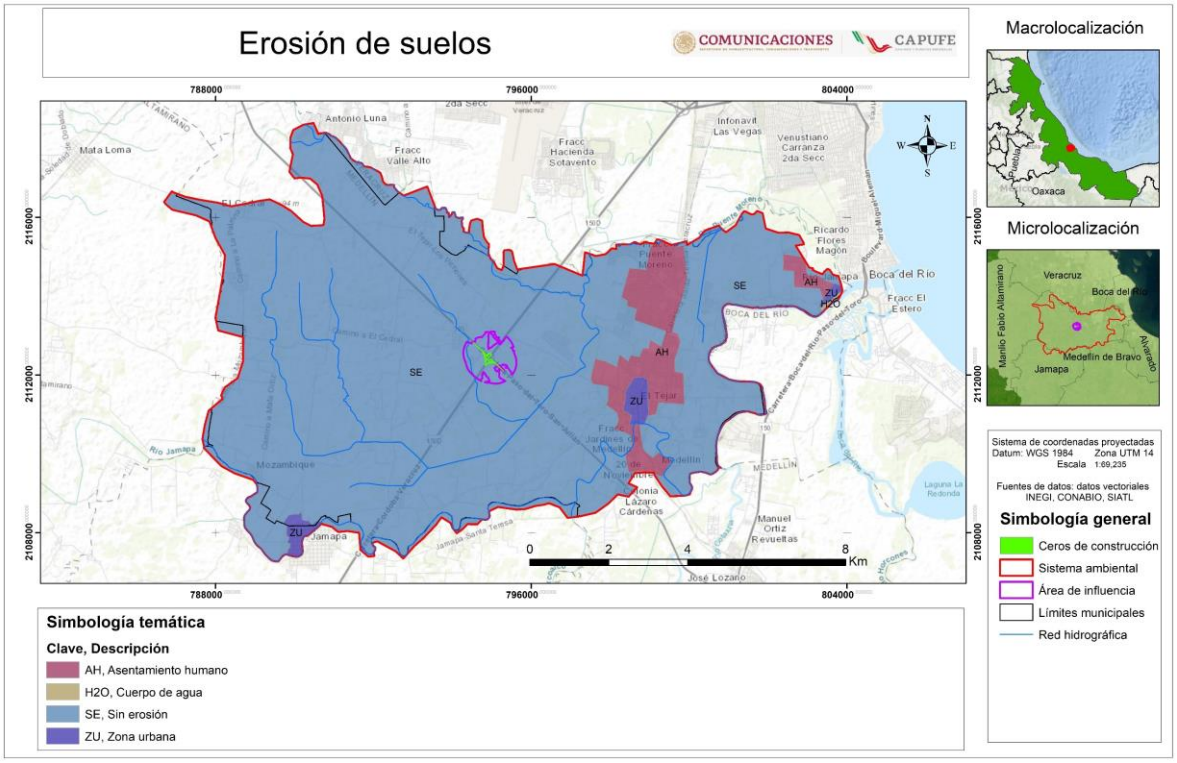


Figura 43. Tipo de erosión presente dentro del sistema ambiental.

Como se muestra en la Figura 44 el paisaje del sitio donde se propone la modernización del entronque ha sido alterado por procesos erosivos asociados al desarrollo de zonas urbanas, los asentamientos humanos y la acción hídrica. Esta última se produce por el flujo de agua que arrastra y desgasta rocas, aplanando o deteriorando la superficie del terreno. Tales procesos han provocado un desgaste significativo del área donde se encuentra ubicado el proyecto.



Figura 44. Zona del proyecto modificadas por las actividades antropogénicas.

4.2.9 Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia las aguas terrestres, su origen, movimiento, distribución en nuestro planeta, propiedades físicas y químicas, interacción en el medio ambiente físico y biológico e influencia en las actividades humanas.

4.2.9.1 Higrología superficial

La hidrología superficial es la rama de la hidrología que estudia los fenómenos y procesos que ocurren en la superficie terrestre, especialmente los flujos de agua sobre el terreno.

La región hidrológica a la que pertenece el municipio de Medellín de Bravo, donde se encuentra ubicado el sistema ambiental, corresponde a la Región Hidrológica No. 28 Papaloapan, dentro de la cuenca del río Jamapa y específicamente en la subcuenca del río Jamapa.

Región hidrológica 28 Papaloapan

La Región Hidrológica Número 28 Papaloapan se ubica en la porción suroriental del estado de Veracruz, México, abarcando una extensión de 2,241.52 km². Sus límites geográficos se establecen entre los paralelos 17°31'56" y 18°26'22" de latitud norte y los meridianos 94°49'16" y 96°11'17" de longitud oeste, lo que da como resultado una superficie total de 7,280 km².

Esta región limita al norte con los acuíferos Costera del Papaloapan y Sierra de San Andrés Tuxtla; al noroeste con Los Naranjos; al este con Soteapan-Hueyapan; y al sureste con la Costera de Coatzacoalcos, todos dentro del estado de Veracruz. En la parte sur y oeste, la región colinda con el acuífero Tuxtepec, perteneciente al estado de Oaxaca.

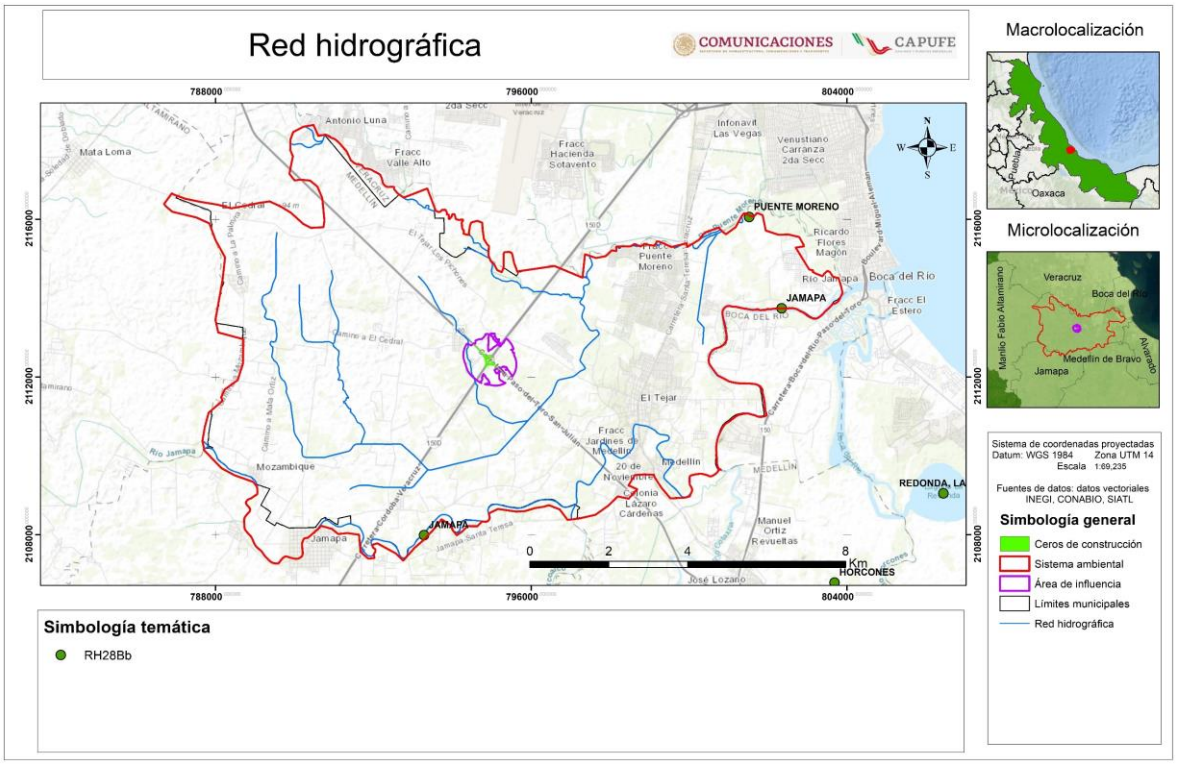


Figura 45. El proyecto se encuentra inmerso en "la Región Hidrológica Papaloapan".

Tabla 11. Características de la región hidrográfica presente en el sistema ambiental.

Identificador	RH28
Clave de la región	RH28
Nombre de la región	Papaloapan
Área km²	57537.53
Perímetro km	1463.8

4.2.9.1.1 Cuenca Rio Jamapa y otros

La cuenca del río Jamapa se extiende entre las latitudes 18°45' y 19°14' N y las longitudes 95°56' y 97°17' O, según la Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2005). Con una superficie aproximada de 3,929 km², esta cuenca se encuentra completamente dentro del estado de Veracruz.

El río Jamapa está formado por dos corrientes principales que convergen en lo que se conoce como los ríos Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla drena un área de 1,679 km² y tiene su origen en los deshielos del volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba). Por su parte, el río Jamapa nace como la Barranca de Coscomatepec, en el límite entre los estados de Puebla y Veracruz, a una altitud de 4,700 msnm.

A lo largo de su curso hacia el este, el río Jamapa atraviesa terreno montañoso y recibe afluentes provenientes de la Sierra Madre Oriental, entre la porción norte del Pico de Orizaba y el sureste del cerro de La Cumbre.

Aproximadamente a 50 km de su nacimiento, el río Jamapa recibe como afluente al río Paso de los Gasparines por su margen izquierda. Este río se origina a 9 km al noreste de Huatusco, Veracruz, a una altitud de 1,500 msnm, y sigue un curso con dirección sureste a través de zonas de topografía intermedia.

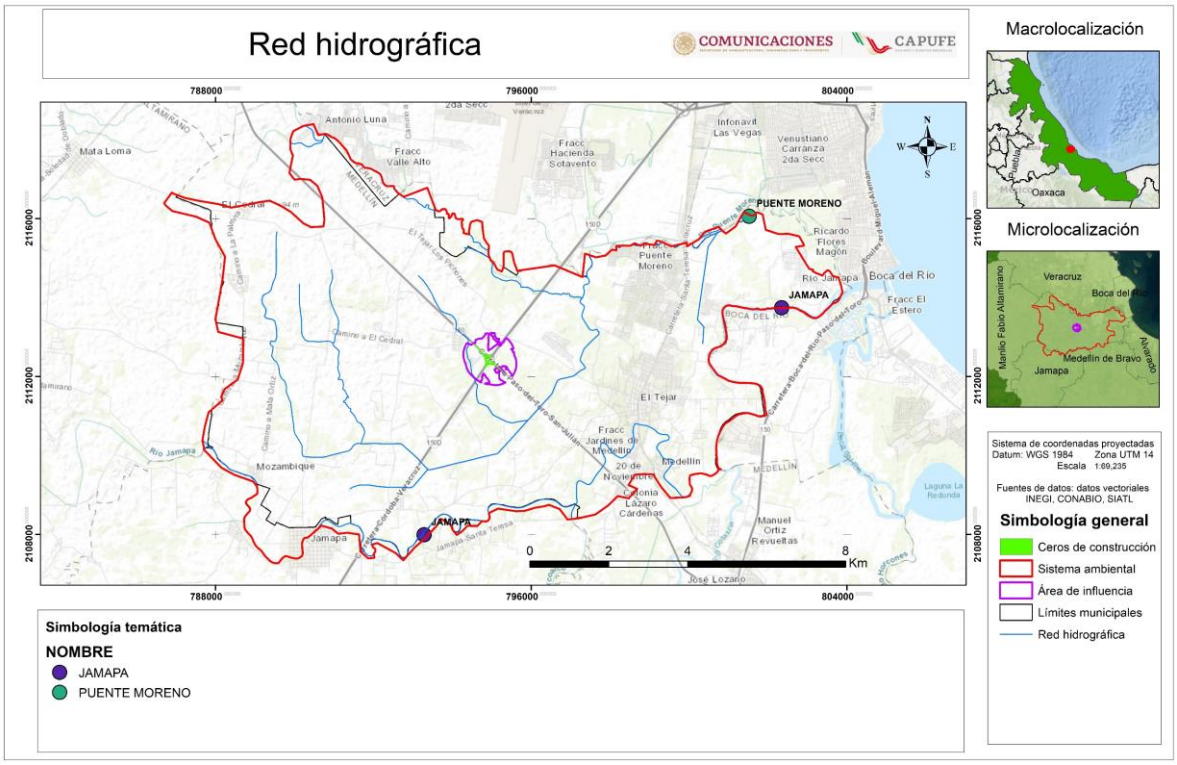


Figura 46. Ubicación "Cuenca R. Jamapa y otros".

Tabla 12. Características de la cuenca presente en el sistema ambiental.

Identificador	119
Clave de la cuenca	RH28B
Nombre de la cuenca	R. Jamapa y otros
Área km²	10000.32
Perímetro km	508.75

4.2.9.1.2 Subcuenca Río Jamapa

La subcuenca del río Jamapa, identificada con el código 281 y la clave RH28Bb, se denomina "R. Jamapa". Se clasifica como exorreica, lo que significa que sus aguas fluyen hacia una cuenca de desagüe externa, en este caso, hacia el mar. Según datos del SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas), esta subcuenca abarca un área de aproximadamente 2,241.52 km².

Ubicada en la región de Veracruz, México, la subcuenca del río Jamapa desempeña un papel fundamental en la hidrología local, al recolectar flujos de agua de diversas fuentes dentro de la cuenca y contribuir a la formación y alimentación del río Jamapa, asegurando el drenaje hacia el mar.

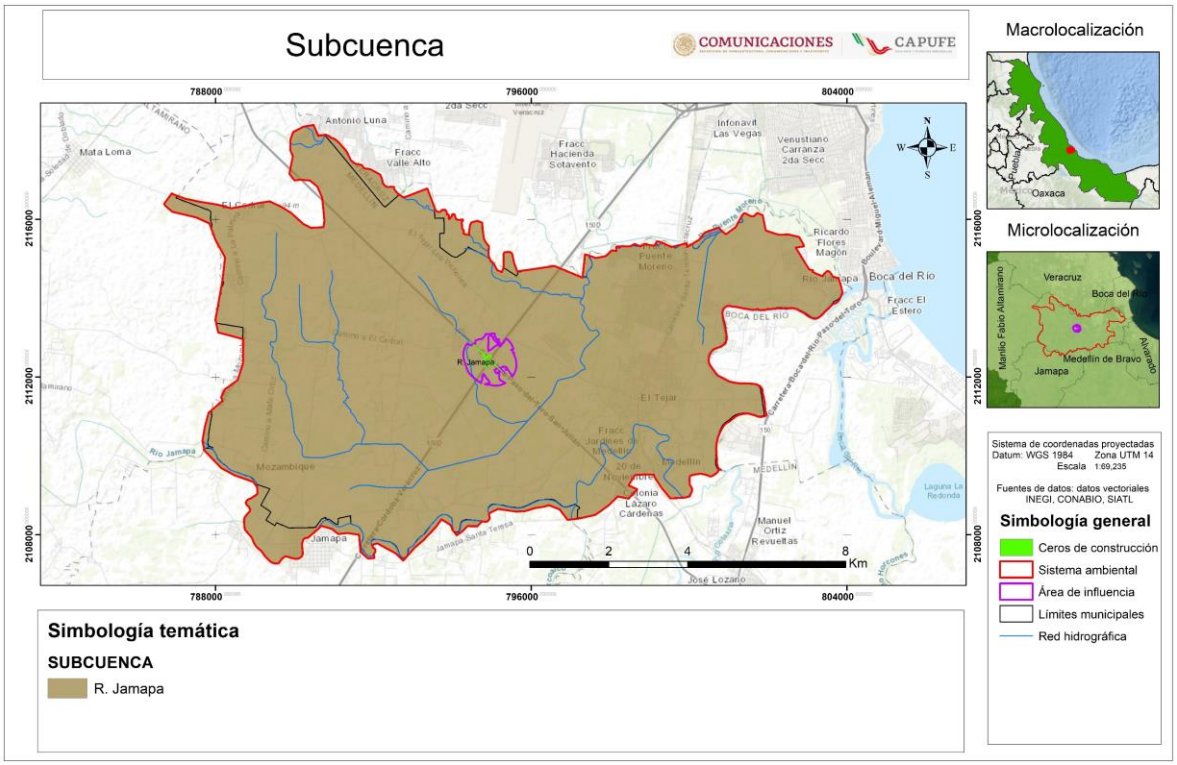


Figura 47. Ubicación "Subcuenca R. Jampa".

Tabla 13. Características de la subcuenca presente en el sistema ambiental.

Identificador	281
Clave de la subcuenca	RH28Bb
Nombre de la subcuenca	R. Jamapa
Tipo	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	Mar
Total, de descargas (principal)	7
Total, de descargas	7
Área km²	2241.52
Perímetro km	405.73
Densidad de drenaje	1.4137
Coeficiente de compacidad	2.4166
Longitud promedio de flujo superficial	0.1768409139138431

Identificador	281
Elevación máxima subcuenca (m)	5600
Elevación mínima subcuenca (m)	0
Pendiente media subcuenca (%)	16.81
Elevación máxima corriente principal (m)	4400
Elevación mínima corriente principal (m)	2
Longitud de corriente principal (m)	214509
Pendiente de la corriente principal (%)	2.05
Sinuosidad de corriente principal	1.74438022554859

4.2.9.1.3 Corrientes de agua

A nivel del sistema ambiental del proyecto, se identifican un total de 72 cuerpos de agua, distribuidos en 25 canales, 33 corrientes y 14 líneas centrales1. Según el SIATL v4, estas mismas corrientes se distribuyen a lo largo de las 10,207.102 ha que abarcan el sistema ambiental, como se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14. Corrientes de agua presentes dentro del sistema ambiental.

No.	ID	CVE_SUBC	ENTIDAD	FC	CONDICIÓN	LENGTHM	ORDER_1	LEVEL_1
1	6465995	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	338	2	2
2	6465932	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	626	3	2
3	6467051	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	232	2	2
4	6465843	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	628	2	3
5	6466979	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	84	1	3
6	6466460	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	462	3	2
7	6465971	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	1597	2	2
8	6468325	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	813	2	2
9	6467166	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	2939	1	3
10	6467975	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	258	2	2

1 Representación cartográfica del eje o curso principal de un cuerpo de agua, como un río, arroyo o canal. Es básicamente una línea imaginaria o simbólica que marca el recorrido del flujo de agua dentro de un cauce o red hidrográfica.

No.	ID	CVE_SUBC	ENTIDAD	FC	CONDICIÓN	LENGTHM	ORDER_1	LEVEL_1
11	6466533	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	381	2	2
12	6467278	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	2984	1	2
13	6466851	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	1432	2	2
14	6468306	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	339	2	2
15	6467704	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	2190	1	3
16	6468397	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	365	2	2
17	6467652	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	998	3	2
18	6466764	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	285	2	2
19	6465907	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	779	2	2
20	6467765	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	151	2	2
21	6466349	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	1354	1	3
22	6466255	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	499	2	2
23	6468015	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	104	3	2
24	6468703	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	330	2	3
25	6466928	RH28Bb	CANAL	3180	EN OPERACION	1779	2	2
26	6467187	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	369	1	2
27	6466089	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1375	2	3
28	6467907	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	2408	2	3
29	6467269	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	189	1	2
30	6466105	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1201	1	2
31	6466124	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	143	3	3
32	6467504	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	364	2	3
33	6467473	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1302	3	3
34	6467062	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1369	1	2
35	6466072	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	3698	3	3
36	6468622	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	25	1	2
37	6467150	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	196	1	2
38	6467729	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1414	1	3
39	6467072	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1977	1	3
40	6467763	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	152	1	2
41	6467416	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	3749	3	2
42	6467994	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	2476	1	2
43	6467330	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	470	1	4
44	6465940	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	550	1	3
45	6467183	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	724	1	4
46	6468367	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	59	1	3
47	6468186	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3272	PERENNE	5792	5	2
48	6466357	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1340	2	3
49	6466300	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1601	1	3

No.	ID	CVE_SUBC	ENTIDAD	FC	CONDICIÓN	LENGTHM	ORDER_1	LEVEL_1
50	6468318	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	780	1	4
51	6467251	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	341	1	2
52	6468461	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	2167	1	3
53	6466934	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1116	1	2
54	6467207	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	856	1	4
55	6466649	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	690	1	4
56	6468708	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	422	2	3
57	6467981	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1505	3	3
58	6467444	RH28Bb	CORRIENTE DE AGUA	3271	INTERMITENTE	1633	1	3
59	6468236	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	7209	6	1
60	6466285	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	259	6	1
61	6466586	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	4205	3	2
62	6468475	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	2871	6	1
63	6467738	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	3247	6	1
64	6465815	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	20	1	2
65	6466186	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	273	6	1
66	6466039	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	12916	6	1
67	6467521	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	1491	6	1
68	6467770	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	21	5	2
69	6466735	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	8743	6	1
70	6467485	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	74	1	2
71	6468335	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	431	6	1
72	6466263	RH28Bb	LINEA CENTRAL	3273	FLUJO VIRTUAL	136	6	1

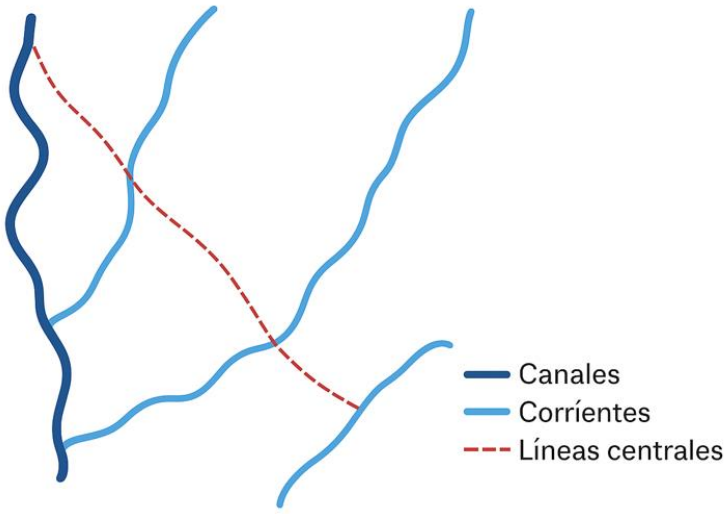


Figura 48. Representación esquemática de canales, corrientes y líneas centrales.

A continuación, se presenta el mapa de la hidrología superficial del sistema ambiental, indicando las 72 corrientes de agua que comprende el SA Figura 49.

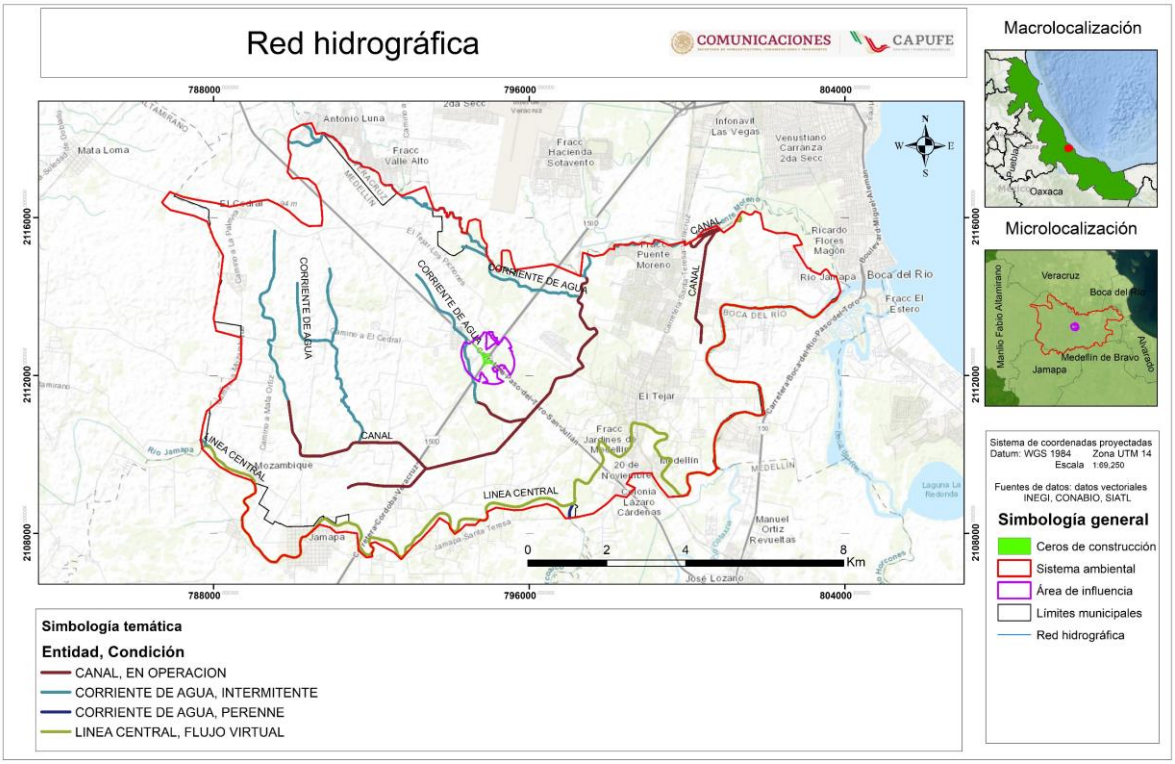


Figura 49. Hidrología superficial presente en el sistema ambiental (SA).

Debido a la inseguridad social en los municipios que integran el sistema ambiental, no fue posible acceder a todos los canales, corrientes de agua y líneas del SA. En consecuencia, se realiza la caracterización ambiental únicamente del cuerpo de agua perenne del Rio Jamapa, situado a 3.82 km en línea recta del eje del proyecto con origen en el noroeste del sistema ambiental y flujo hacia el sureste, desembocando en el mar como se muestra en la Figura 50.

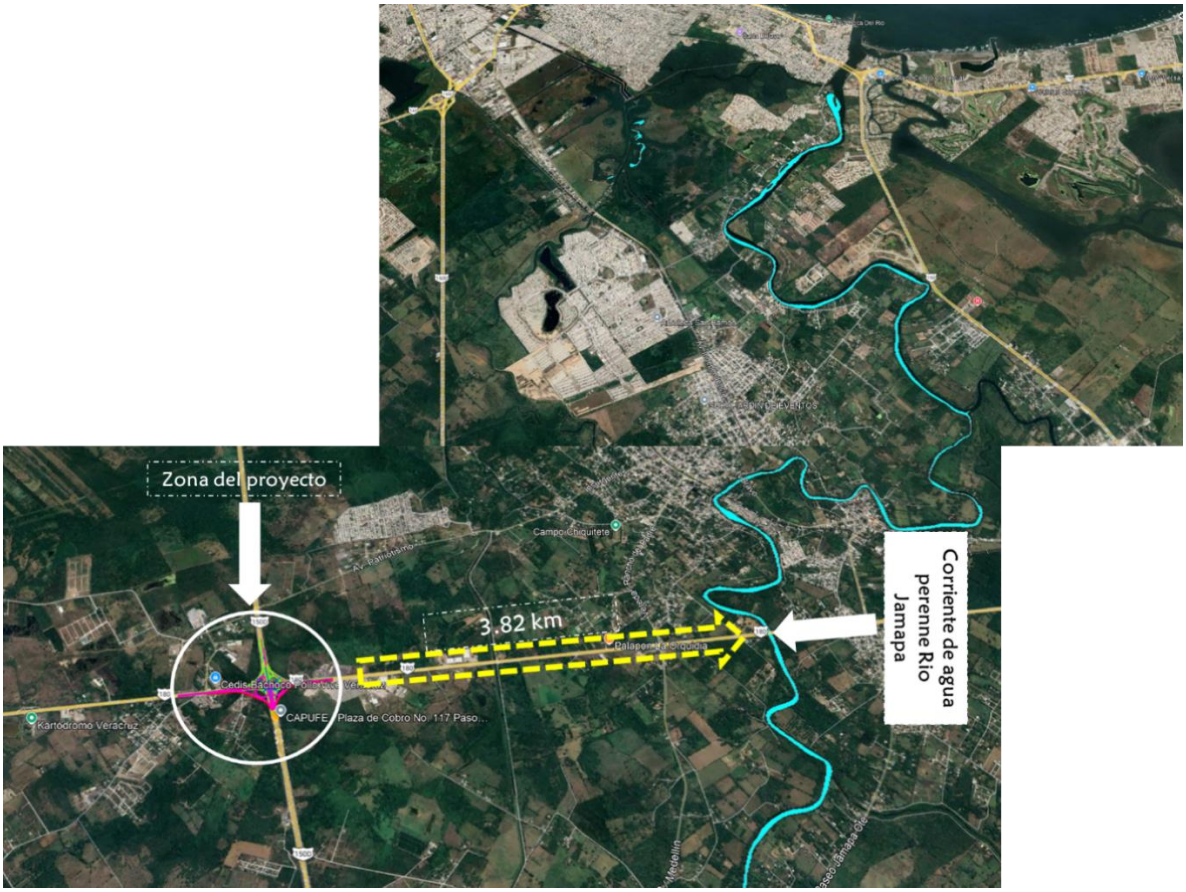


Figura 50. Cuerpo de agua perenne presente dentro del sistema ambiental.



Figura 51. Dirección de flujo de agua del cuerpo de agua de condición perenne.

Tabla 15. Red hidrográfica de la corriente de agua perenne del Rio Jamapa.

Identificador	9966204
Clave de la subcuenca	RH28Ba
Clave del conjunto topográfico escala 1:50 000	
Tipo de entidad	103
Entidad	Línea central
Código de rasgo	3273
Condición de la corriente	FLUJO VIRTUAL
Magnitud de orden a nivel subcuenca (Drain Strahler)	6
Magnitud de orden a nivel cuenca (Drain Strahler)	6

Identificador	9966204
Nivel de corriente a nivel subcuenca (Drain Stream level)	1
Nivel de corriente a nivel cuenca (Drain Stream level)	2
Longitud (m)	9483.2662
Sumatoria de longitudes de líneas de flujo aguas arriba (m) a nivel subcuenca	2814985.6129
Sumatoria de longitudes de líneas de flujo aguas arriba (m) a nivel cuenca	2814985.6129
Sumatoria de longitudes aguas abajo (m) a nivel subcuenca	120.8579
Sumatoria de longitudes aguas abajo (m) a nivel cuenca	11196.1028

El río Jamapa nace con el nombre de Barranca de Coscomatepec en el límite de los estados de Puebla y Veracruz, a 4 700 msnm. Su curso sigue un rumbo de oeste a este desde su nacimiento en el Ciltlaltépetl, alimentado por el deshielo de las nieves del glaciar Jamapa, a unos 5000 m sobre el nivel del mar, y recorre un trayecto de 368 km, atravesando el centro del estado de Veracruz, hasta su desembocadura en el municipio de Boca del Río. El rio Jamapa pasa por terreno de topografía montañosa, en donde colecta corrientes que nacen en la Sierra Madre Oriental, en la zona comprendida entre las porciones norte del Pico de Orizaba y suroriente del cerro de La Cumbre.

El río Jamapa está compuesto de dos corrientes que en su confluencia se conocen con los nombres de río Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla drena un área de 1,679 km^2. Avanza en dirección oriente a través de terrenos de topografía accidentada, de fuertes pendientes, colectando a su paso las corrientes formadas en las laderas nororientales del Pico de Orizaba.



Figura 52. Corriente de agua perenne presente dentro del sistema ambiental.

Como muestra la Figura 52 la corriente de agua de condición perenne presenta un grado de contaminación intermedio, según los resultados de los indicadores de calidad del agua superficial a nivel nacional para el periodo 2012-2024, elaborados por CONAGUA. Los valores de dichos indicadores para los cuerpos de agua superficiales son los siguientes:"

Tabla 16. Resultado de la calidad del agua de los cuerpos superficiales (CONAGUA 2012-2024).

Indicador	El Tejar. Río Jamapa	Puente Medellín – El Tejar Río Jamapa
DBO_mg/L	2 Excelente	2.32 Excelente
DQO_mg/L	32.2 Aceptable	26.15 Aceptable
SST_mg/L	11 Excelente	10 Excelente
COLI_FEC_NMP_100mL	1590.6 Contaminada	1913.1 Contaminada
E_COLI_NMP_100mL	565.2 Buena calidad	561.2 Buena calidad
OD_PORC	59.35 Buena Calidad	58.8 Buena calidad
TOX_D_48_UT	< 1 No Tóxico	< 1 No Tóxico
TOX_V_15_UT	< 1 No Tóxico	< 1 No Tóxico
Semáforo	Amarillo	Amarillo
Contaminantes	CF	CF

"Según la cartografía digital de la red hidrográfica del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIALT, v4) para la subcuenca del proyecto, se identificó una única corriente intermitente de orden 1 y nivel 3, con origen en el noroeste del sistema ambiental y flujo hacia el sureste, desembocando principalmente en el mar (Figura 53). Este escurrimiento presenta modificaciones por agricultura, asentamientos humanos e infraestructura carretera, así como contaminación derivada de actividades circundantes. Cabe señalar que no será intervenido por las obras, que se ubicarán a unos 614 m de distancia. En la Tabla 17 se detallan sus características."

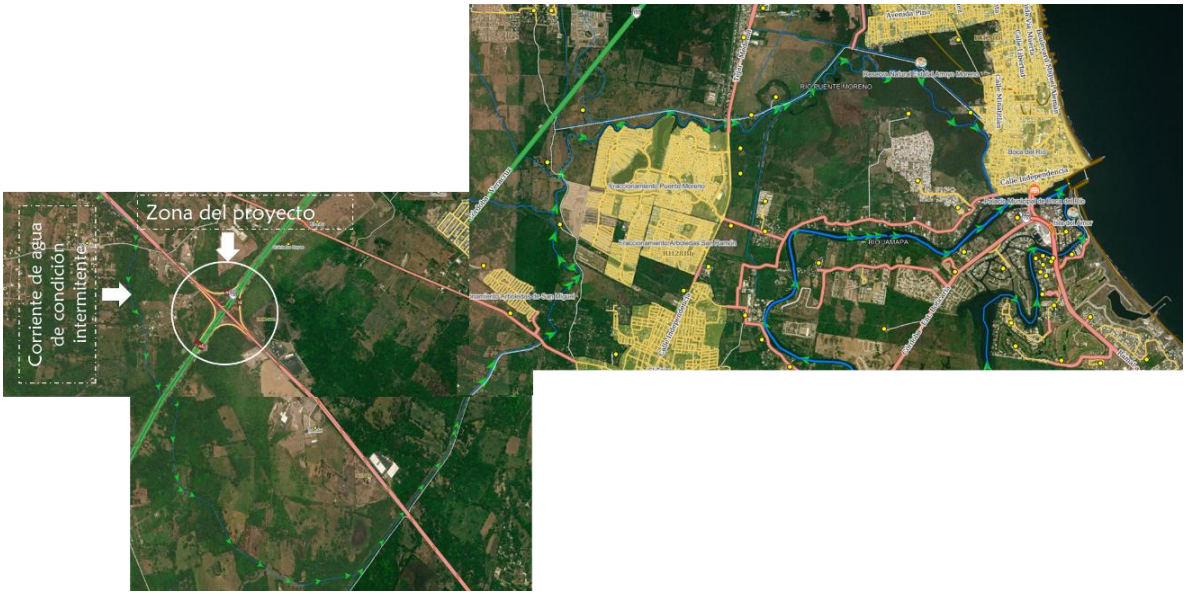


Figura 53. Dirección de flujo de la corriente de agua de condición intermitente presente a 614 metros del entronque.

Tabla 17. Red hidrográfica de la corriente de agua intermitente presente a una distancia de 614 metros de la zona del proyecto.

Identificador	6466300
Clave de la subcuenca	RH28Bb
Clave del conjunto topográfico escala 1:50 000	
Tipo de entidad	101
Entidad	Corriente de agua
Código de rasgo	3721
Condición de la corriente	INTERMITENTE
Magnitud de orden a nivel subcuenca (Drain Strahler)	1
Magnitud de orden a nivel cuenca (Drain Strahler)	1
Nivel de corriente a nivel subcuenca (Drain Stream level)	3
Nivel de corriente a nivel cuenca (Drain Stream level)	3
Longitud (m)	1601.4659

Identificador	6466300
Sumatoria de longitudes de líneas de flujo aguas arriba (m) a nivel subcuenca	3843.0655
Sumatoria de longitudes de líneas de flujo aguas arriba (m) a nivel cuenca	3843.0655
Sumatoria de longitudes aguas abajo (m) a nivel subcuenca	18427.6594
Sumatoria de longitudes aguas abajo (m) a nivel cuenca	18427.6594



Figura 54. Condiciones actuales de la corriente de agua de condición intermitente que se encuentra a 614 m del proyecto.

"La corriente de agua presenta condiciones de contaminación por residuos sólidos urbanos tanto en su cauce como en sus alrededores (Figura 54). En cuanto a la dinámica de los cauces, el entronque cuenta actualmente con obras de drenaje de alivio, cunetas y lavaderos; no obstante, existe el riesgo de que el flujo se vea obstruido por el arrastre de sedimentos y basura presentes en el sitio."



Figura 55. Presencia de residuos sólidos urbanos.

"En las áreas colindantes a esta corriente de agua, el uso de suelo corresponde principalmente a pastizal inducido, donde se identificaron especies como: Pasto Africano Rosado (*Melinis repens*), Amaranto (*Amaranthus spinosus*), Aceitilla blanca (*Bidens alba*), Pasto Taiwán (*Cenchrus purpureus*), Am su'uk (*Chloris barbata*), Pasto estrella (*Paspalum notatum*), Zacate Johnson (*Sorghum halepense*), Zacate sedoso (*Setaria parviflora*), Hierba del toro (*Tridax procumbens*), Tapacola (*Waltheria indica*) y *Lagascea mollis*. En cuanto a la fauna, no se registraron especies."

4.2.9.2 Hidrología Subterránea

4.2.9.2.1 Acuífero Costera de Veracruz

"Los acuíferos son formaciones geológicas interconectadas hidráulicamente que almacenan agua y constituyen una fuente importante para el desarrollo de actividades primarias y de servicios. El sistema ambiental del proyecto de modernización del entronque se ubica dentro de dos acuíferos: Cotaxtla y Costera de Veracruz. En el mapa de distribución de acuíferos presentes en el SA se observa que la zona noroeste del sistema ambiental, correspondiente al área directa del proyecto, se encuentra dentro del acuífero Costera de Veracruz, el cual abarca 7,571.214 ha, equivalentes al 74.176% de la superficie total del sistema ambiental."

Tabla 18. Acuíferos presentes dentro del sistema ambiental del proyecto.

Nombre del acuífero	Nombre del estado	Disponibilidad	Sup_ha	Relación porcentual (%)
Cotaxtla	Veracruz de Ignacio de la Llave	Sin disponibilidad	2635.888	25.824
Costera de Veracruz			7571.214	74.176
Total			10207.102	100

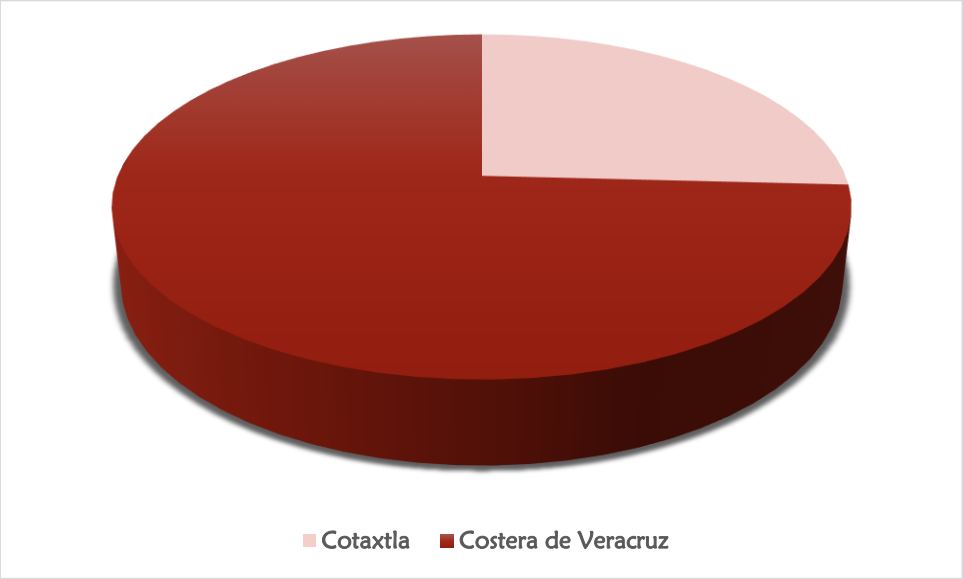


Figura 56. Relación porcentual de los acuíferos que abarca el sistema ambiental.

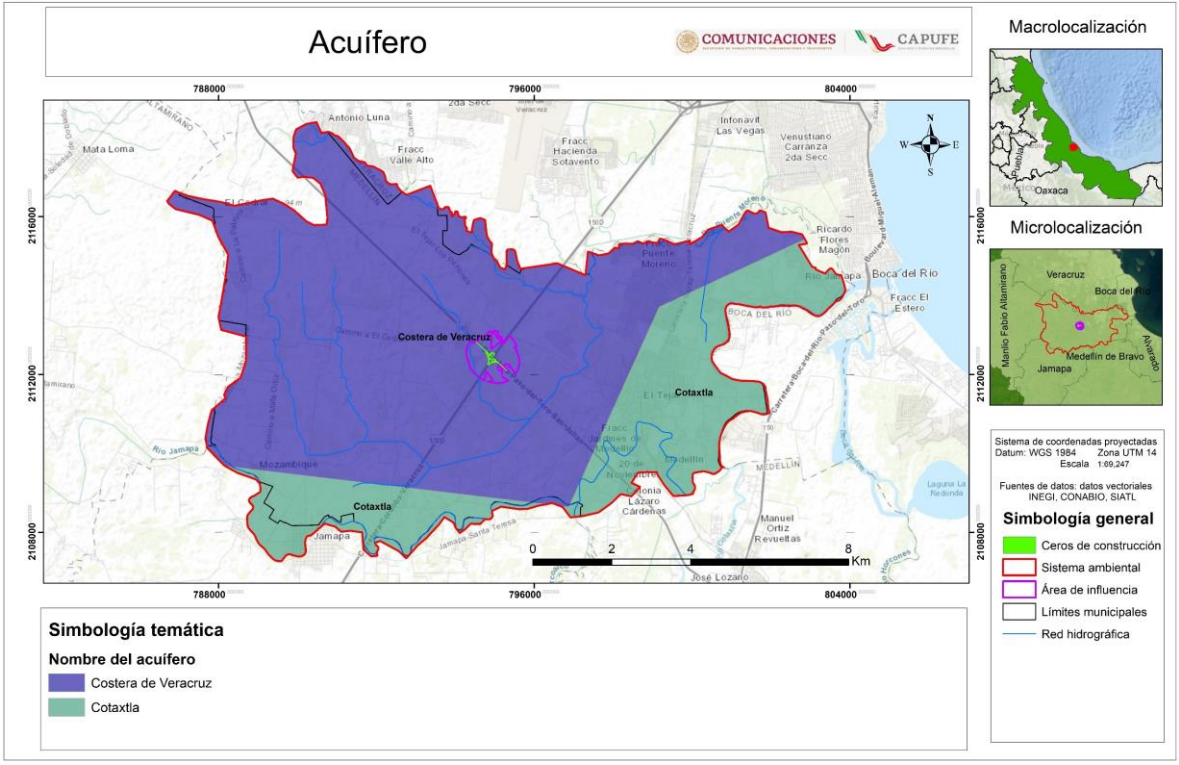


Figura 57. Acuíferos presentes dentro del sistema ambiental.

Costera de Veracruz

El acuífero Costera de Veracruz, identificado con la clave 3006 por la Comisión Nacional del Agua, se encuentra ubicado en la porción central del estado de Veracruz, México. Su extensión abarca la región comprendida entre los paralelos 19° 03' y 19° 29' de latitud norte, y los meridianos 96° 05' y 97° 14' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 3,059 km².

Este acuífero limita al norte con los acuíferos Jalapa-Coatepec y Valle de Actopan, al sur con el acuífero Cotaxtla, al noreste con Perote-Zalayeta, y al oeste con Libres-Oriental, siendo estos tres últimos acuíferos pertenecientes al estado de Veracruz y el último al estado de Puebla. Su límite natural está definido por la costa del Golfo de México.

Desde el punto de vista geopolítico, la superficie del acuífero engloba completamente los municipios de Ixhuacán de Los Reyes, Cosautlán de Carbajal, Tlaltetela, Comapa, Tlacotepec de Mejía, Totutla, Suchiapa, Tenampa, Paso de Ovejas y Veracruz. Además, abarca casi en su totalidad los municipios de Huatusco, Ayahualulco, Teocelo, Jalcomulco, Apazapán, Puente Nacional, La Antigua, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano y Soledad de Doblado. También incluye pequeñas superficies de los municipios Xico, Medellín y Zentla. En total, el acuífero tiene una extensión de 3,059.39 km².

Cotaxtla

El acuífero Cotaxtla, definido con la clave 3008 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 44' y 19° 10' de latitud norte y los meridianos 95° 56' y 97° 16' longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 3,247 km2. Limita al norte con el acuífero Costera de Veracruz, al sur con los acuíferos Omealca-Huixcolotla y Los Naranjos, al sureste con el acuífero Costera del Papaloapan, todos ellos pertenecientes al Estado de Veracruz; al oeste con los acuíferos Orizaba-Córdoba, del Estado Veracruz, y Libres Oriental del Estado de Puebla; al este su límite natural es el Golfo de México.

Geopolíticamente la superficie del acuífero comprende totalmente los municipios: Jamapa, Cuitláhuac, Carrillo Puerto, Paso del Macho, Camarón de Tejada, Tepatlaxco, Atoyac, Ixhuatlán del Café, Tomatlán, Alpatláhuac y Calcahualco; y parcialmente Chomacán, Alvarado, Boca del Río, Medellín, Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, Zentla, Yanga, Amatlán de los Reyes, Córdoba, Coscomatepec, Tlalixcoyan, Omealca, Huatusco y La Perla.

"Para evaluar la calidad de la hidrología subterránea se utilizaron los resultados de los análisis de cuerpos subterráneos elaborados por CONAGUA en el periodo 2012-2024, correspondientes al acuífero Costera de Veracruz. Cabe señalar que no se cuenta con información disponible para el acuífero Cotaxtla. Los resultados se presentan a continuación:"

Tabla 19. Resultados de los cuerpos subterráneos

Indicador	Comisión Regional de Agua Y Saneamiento Pozo 8	Comisión Regional De Agua Y Saneamiento Del Puerto De Veracruz (Beto Avila Pozo 16-A)
ALC_mg/L	255.8 Alta	263 Alta
CONDUCT_mS/cm	3598 Indeseable para riego	996 Permisible para riego
SDT_mg/L	2584.5 Cultivos tolerantes	646 Cultivos sensibles
FLUORUROS_mg/L	0.1327 Baja	0.228 Baja
DUR_mg/L	963 Muy dura e indeseable usos industrial y domestico	297 Potable - Dura

Indicador	Comisión Regional de Agua Y Saneamiento Pozo 8	Comisión Regional De Agua Y Saneamiento Del Puerto De Veracruz (Beto Avila Pozo 16-A)
COLI_FEC_NMP/100_m	19.05 Buena calidad	13.33 Buena calidad
N_NO3_mg/L	0.058 Potable - Excelente	0.033 Potable - Excelente
AS_TOT_mg/L	<0.0015 Potable - Excelente	0.0025 Potable - Excelente
CD_TOT_mg/L	<0.0013 Potable - Excelente	<0.0013 Potable - Excelente
CR_TOT_mg/L	0.008 Potable - Excelente	0.020 Potable Excelente
HG_TOT_mg/L	0.0002 Potable - Excelente	0.000191169 Potable Excelente
PB_TOT_mg/L	0.004 Potable Excelente	0.004328 Potable Excelente
MN_TOT_mg/L	0.07 Potable - Excelente	0.073536364 Potable - Excelente
FE_TOT_mg/L	0.24 Potable - Excelente	0.145615455 Potable - Excelente
SEMÁFORO	Amarillo	Verde
CONTAMINANTES	CONDUC, DT, SDT_ra, SDT_sal,	NA

"Los resultados señalan que la calidad de la hidrología subterránea es de regular a buena, lo que garantiza su aprovechamiento para actividades cotidianas."

4.2.10 Humedales

Dentro del sistema ambiental se encuentran tres clases de humedales los cuales se encuentran a una distancia aproximada de 4764.272 metros aproximadamente los cuales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Humedales presentes dentro del sistema ambiental del proyecto.

Clave subcuenca	Clase	Combinación de elementos	Id humedal	Sup_ha	Relación porcentual dentro del SA
RH28Bb	Fluvial	AGUA	RH28Bb_HUM_F_4970	6.138	0.060
	Fluvial	Suelo-AGUA	RH28Bb_HUM_F_4971	5.261	0.052
	Palustre	Suelo-Vegetación	RH28Bb_HUM_P_4976	29.344	0.287
N/A				10166.359	99.601
Total				10207.102	100

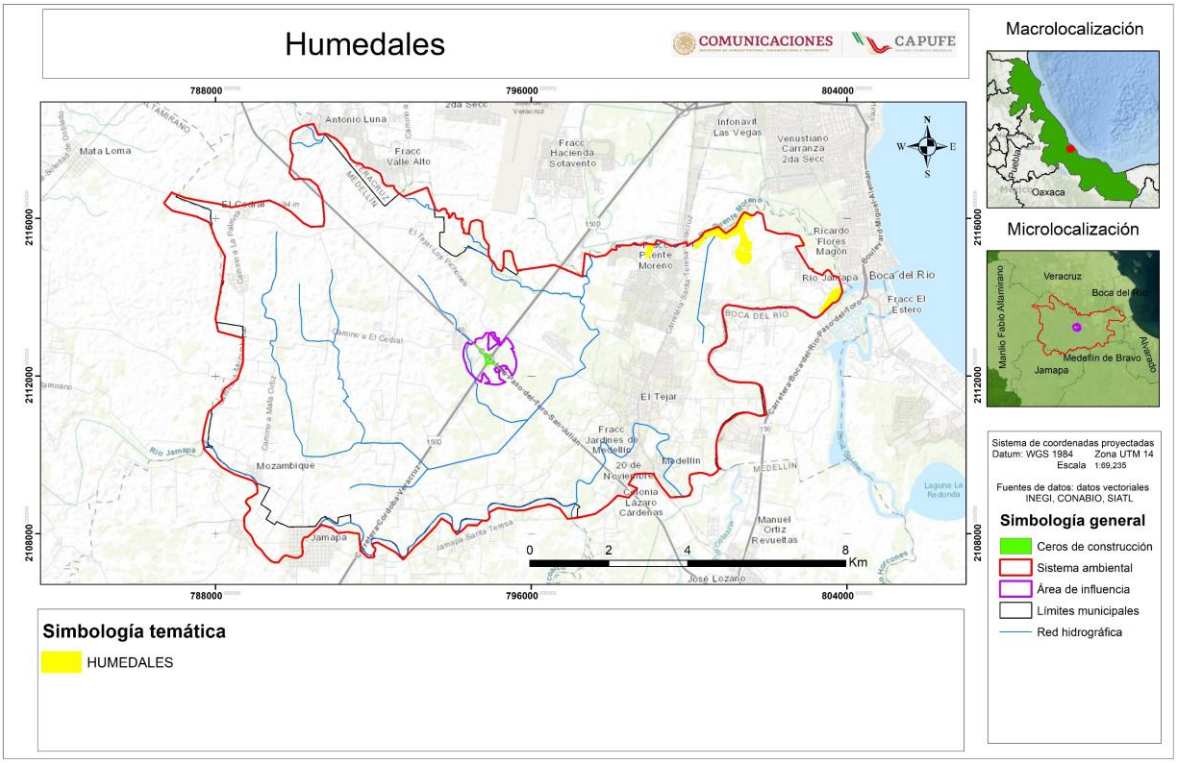


Figura 58. Humedales presentes dentro del sistema ambiental.

4.2.11 Manglares

Los manglares son ecosistemas de humedales costeros tropicales y subtropicales, formados por árboles y arbustos de 1 a 30 metros de altura adaptados a vivir en aguas salobres con raíces sumergidas en lodo. Los humedales costeros, en particular los manglares, brindan una gran variedad de servicios ambientales: son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción pesquera, son utilizados como combustible (leña), poseen un alto valor estético y recreativo, actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros. A pesar de su importancia, estos ecosistemas son muy vulnerables a la contaminación, la destrucción del hábitat y el cambio climático.

Dentro del sistema ambiental se encuentran manglares a una distancia de 4, 699.188 metros el cual cubre un total de 29.745 ha que representa únicamente el 0.291% de la superficie total que comprende el sistema ambiental.

Tabla 21. Manglar presente dentro del sistema ambiental.

Nombre del acuífero	Sup_ha	Relación porcentual (%)
Manglar	29.745 ha	0.291
N/A	10177.357	99.709

Nombre del acuífero	Sup_ha	Relación porcentual (%)
Total	10207.102	100

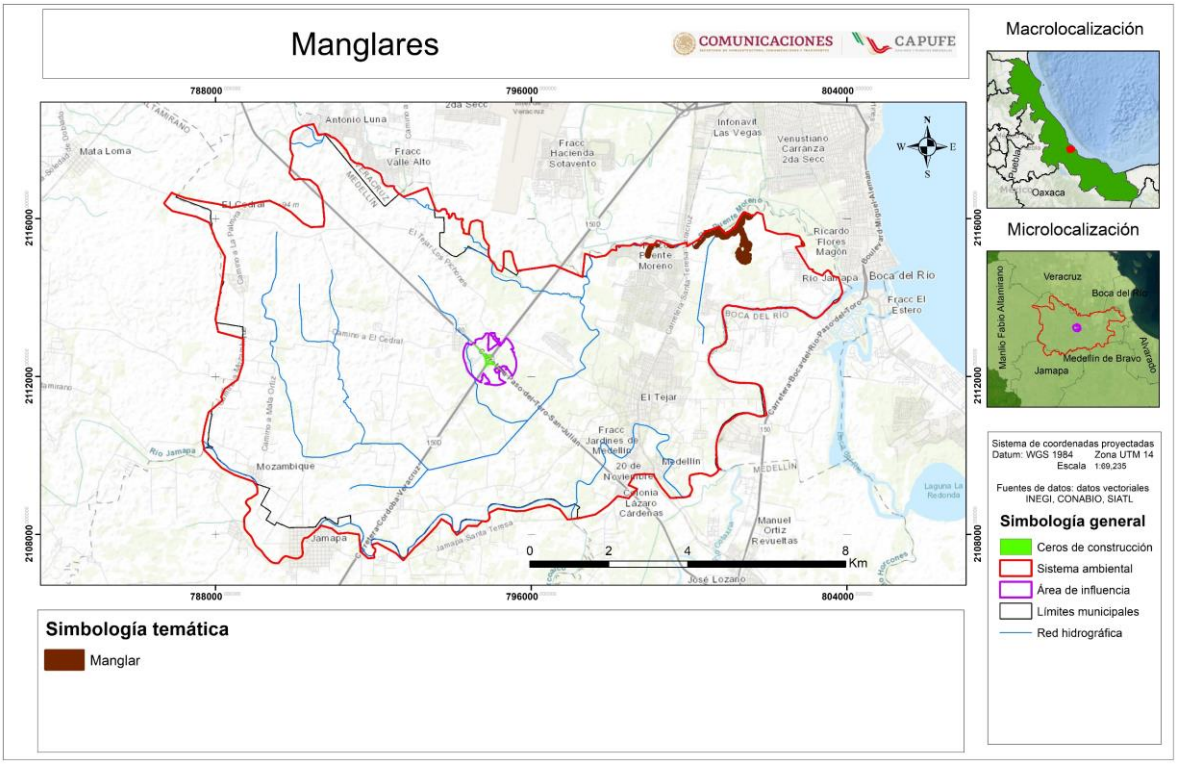


Figura 59. Manglares presentes dentro del sistema ambiental delimitado para el proyecto.

4.3 MEDIO BIÓTICO

4.3.1 Vegetación

Este componente constituye la base para el desarrollo de muchos de los grupos faunísticos, sus características y distribución en el territorio dependen de factores abióticos como: clima, suelo, latitud, longitud y altitud, combinándose en algunos casos con la influencia del hombre. Por su ubicación, el presente proyecto reporta dentro del sistema ambiental (INEGI, 2021), Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Asentamientos humanos, Pastizal cultivado y Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en la cartografía digital generada a escala 1:250000. Sin embargo, al realizar muestreos en área del proyecto y recorridos en el SA se pudo observar que los usos de suelo y la vegetación presentan otras particularidades que se describirán en los apartados subsecuentes. A continuación, se muestra el Mapa de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2021) del Sistema ambiental delimitado para el proyecto y las superficies que cubren dentro del área de estudio.

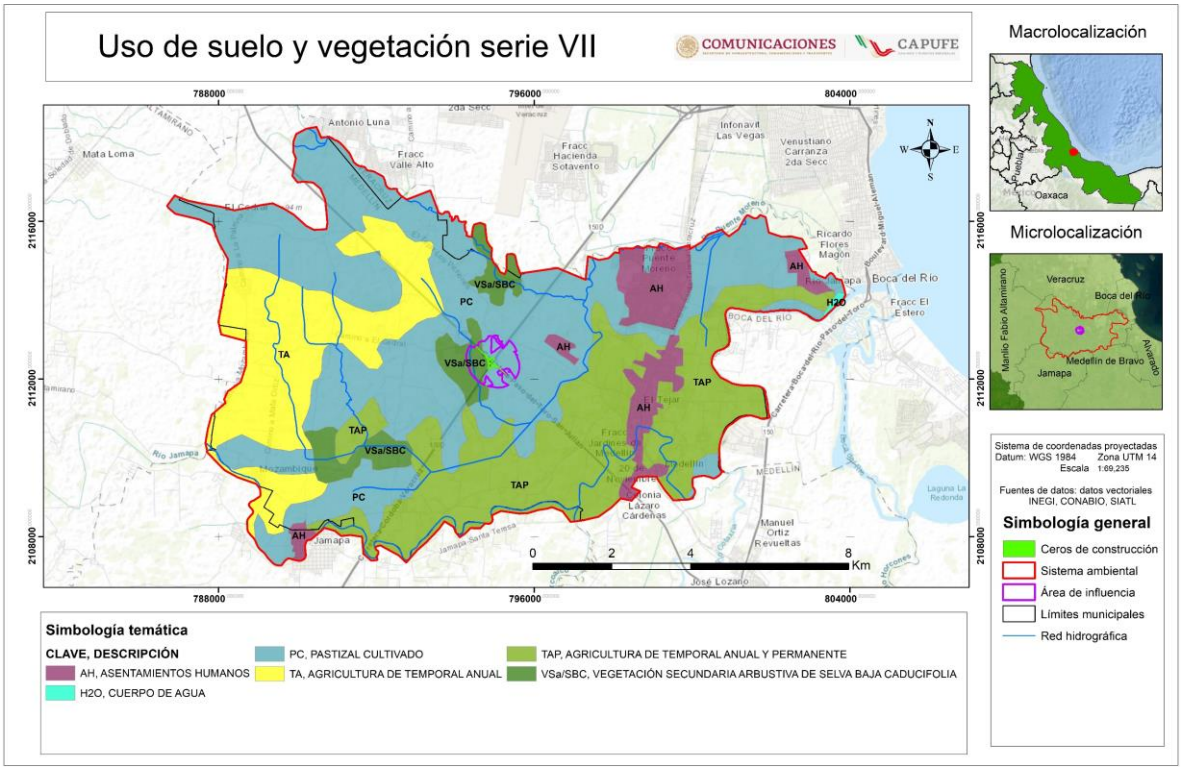


Figura 60. Usos de suelo y tipo de vegetación (USV serie: 7 INEGI, 2021) en el Sistema ambiental.

Tabla 22. Superficies de uso de suelo y vegetación dentro del SA.

CLASES DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE ha	PORCENTAJE
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	1740.99	17.1
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	2769.50	27.1
ASENTAMIENTOS HUMANOS	703.05	6.9
CUERPO DE AGUA	11.42	0.1
PASTIZAL CULTIVADO	4486.00	43.9
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	496.14	4.9
Superficie Total	10207.10	100.0

Para realizar una aproximación al análisis y descripción de las comunidades vegetales que se encuentran tanto en el SA delimitado, como en el área de influencia del proyecto, así como para conocer el número de especies que constituyen cada comunidad, sus abundancias y parámetros cuantitativos, se llevó a cabo un protocolo básico de muestreo. Con la información obtenida en dicho protocolo, fue posible caracterizar a la vegetación dominante a diferentes niveles, logrando obtener variables interpretativas a nivel de riqueza, abundancia y diversidad de la comunidad vegetal, lo cual puede brindar una idea del estado y función de algunas especies particulares.

4.3.1.1 Metodología

Con la finalidad de identificar y evaluar los tipos de vegetación que se encuentra en el SA y línea de ceros del proyecto, se determinó la estructura, composición y estado de conservación de las comunidades vegetales, empleando métodos de investigación biológica, que permitieron obtener información a partir de cuatro fases: ubicación del área de estudio, colecta de información en campo, procesamiento (identificación de ejemplares, identificación de áreas conservadas y perturbadas) y análisis.

- Ubicación del área de estudio

Previo al levantamiento de flora en campo, es necesario identificar el área de estudio geográficamente, por lo cual, se utilizaron archivos vectoriales MKL, KMZ y DWG, procesados y extraídos del proyecto geométrico (eje, cadenamientos, línea de ceros, estructuras). Por lo que la fase inicial del proyecto es de vital importancia, para tener un panorama previo de lo que se encontrara en campo, ya que con esto es posible sobreponer la ubicación del proyecto con las capas (SHP) de uso de suelo y vegetación del INEGI y otras fuentes, mediante el uso de sistemas de información geográfica.

- Colecta de información

Se realizó un muestreo biológico dirigido en el SA, con la finalidad de hacer un inventario repetible en el tiempo, diseñado para identificar tendencias o patrones en la respuesta de algunas variables de interés. Esto nos permite conocer el estado de la vegetación inmersa en un ambiente continuamente cambiante y reconocer las características de la vegetación a nivel de comunidades, pues con ello es posible describir los tipos de vegetación que caracterizan un lugar. Este reconocimiento representa el punto de partida, de las condiciones iniciales de los recursos vegetales, contra el cual se evaluará el efecto posterior de cualquier actividad, ya sea provocada por algún factor humano o natural, incluyendo en estas actividades la construcción del proyecto en cuestión. En tal sentido, el estudio sobre la vegetación del sitio nos permitirá conocer el contexto florístico dentro del cual casi cualquier otro grupo biológico terrestre se expresa como consecuencia del hábitat creado por la vegetación. De modo que, para obtener la información se ubicaron 12 sitios de muestreo y se realizaron recorridos de verificación en distintas áreas del SA. Sobre el área de influencia directa del trazo se posicionaron 3 y mientras que para otras zonas dentro del SA fueron 9. En los sitios con vegetación arbórea o arbustiva se realizaron transectos de 50 m x 10 m y 2 cuadrantes de 1 m x 1 m para el estrato herbáceo, tomando datos de altura, DAP/DAB, con la finalidad de poder conocer la diversidad, dominancia o equidad de especies presentes, así como generar un punto de comparación entre sitios que presentan condiciones con mayor o menor abundancia de especies. A continuación, se muestran las coordenadas de los sitios y la ubicación de los muestreos realizados dentro del SA y AI delimitados para el proyecto.

Tabla 23. Coordenadas (UTM WGS 84, zona 14) de los sitios de muestreo realizados en el SA y AI del proyecto

Número de sitio	Cord X	Cord Y	Altitud
1 AI	794965.908	2112338.273	9.3
2 AI	794859.2009	2112418.1	10.9
3 AI	794872.6516	2112624.038	16.5
4 SA	800591.3733	2113226.294	12.5
5 SA	795570.9897	2112835.962	17.2
6 SA	794441.7614	2114356.57	15.8

Número de sitio	Cord X	Cord Y	Altitud
7 SA	794842.2815	2114461.648	7.7
8 SA	794808.4206	2114386.217	15.1
9 SA	799943.4843	2114631.587	7.8
10 SA	790782.03	2108405.843	19.9
11 SA	788446.9525	2115274.781	41.7
12 SA	790504.6992	2109989.586	13.9



Figura 61. Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación dentro del SA y AI.

Esfuerzo de muestreo

Los datos colectados en campo se recabaron mediante recorridos y levantamientos puntuales en sitios con vegetación nativa durante 5 días del 11 al 15 de agosto de 2025, la superficie muestreada para la identificación de vegetación mediante transectos es de 0.6 ha, lo que corresponde al 0.12 % de la superficie con vegetación forestal que reporta el INEGI (2021) dentro del SA delimitado para el proyecto, con lo que se logró identificar 91 especies de forma directa que representan al menos 11 formas de vida y 179 de manera indirecta por medio de los registros de especies en las bases de datos georreferenciadas, reportados en el listado de probable ocurrencia, por lo que se considera adecuado para los fines y alcances del proyecto.

Colecta de datos en campo

A continuación, se muestra el diseño de los transectos realizados para la colecta de información botánica y las herramientas empleadas.

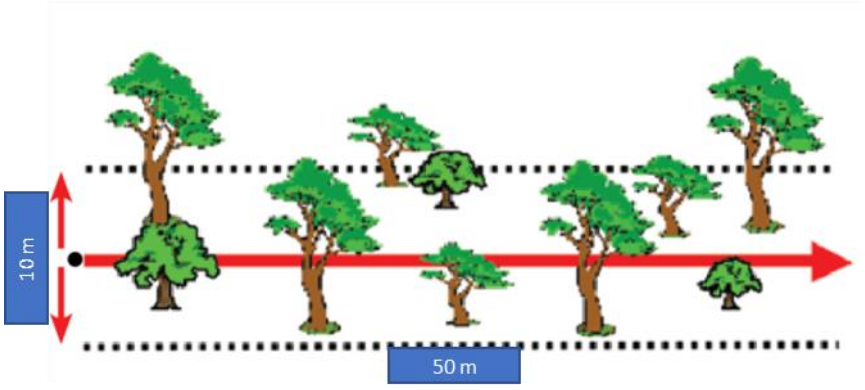


Figura 62. Ejemplificación de los transectos realizados para la identificación y análisis de vegetación empleados en campo.



Figura 63. Herramientas utilizadas para la colecta de información en campo.



Figura 64. Datos y métodos utilizados para la colecta de información en campo.

- Procesamiento

La información bibliográfica y los datos recabados en campo fueron procesados y homogenizados, para generar el listado y el catálogo florístico con las especies registradas, indicando el nombre científico de las especies, nombre común, familia, forma de crecimiento y origen, además de la presencia de especies endémicas y/o catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además del procesamiento de la información florística, se procesaron los puntos GPS recabados en campo, con el fin de visualizarlos de forma gráfica y para su utilización en la clasificación de los usos de suelo y vegetación del Área de influencia directa y algunos sitios del SA. Lo que implicó la transformación de archivos Excel, GTM, KML, KMZ y SHP de fuentes institucionales (INEGI, CONABIO, CONAGUA, SEMARNAT, CONANP) que proveen de información cartográfica, para ser analizados de forma conjunta, todo con la finalidad de poder delimitar y clasificar los usos de suelo y vegetación de las áreas (polígonos) que se pretenden aprovechar por el proyecto, mediante el uso de Sistemas de información geográfica (SIG).

- Análisis

La información colectada en campo fue analizada para caracterizar la vegetación, a partir de distintas variables interpretativas (riqueza, abundancia, estructura, valor de importancia y diversidad de la comunidad vegetal), además, para brindar una idea general del estado y función de algunas especies particulares. Se calculó el Índice de valor de importancia (IVI), sumando la Densidad relativa, la Frecuencia relativa y la Dominancia relativa de cada especie, mediante el método de cálculo de Índice de Shannon-Wiener. Al realizar dichos cálculos, es posible determinar las especies que funcionan como dominantes en el ecosistema y las que se encuentran supeditadas a otras especies vegetales, lo cual define la formación vegetal.

Una vez obtenida la identidad de las especies, se procedió a realizar el análisis de los datos colectados en campo, así como el material y la información de las colectas, con el software Excel 2010 de la paquetería de office. Se analizaron algunas variables interpretativas (riqueza, abundancia, estructura, valor de importancia y diversidad de la comunidad vegetal) que nos permitió caracterizar la vegetación. Para el cálculo de la dominancia, se pueden utilizar muchas variables, tales como la cobertura de las especies, el área basal, volumen de madera, altura de los árboles, biomasa, etc. Sin embargo, para el caso del muestreo se empleó el área basal, la cual se obtiene simplemente transformando el diámetro a la altura del pecho en una medida de área. La estimación del índice de diversidad se realizó a través del índice de Shannon-Wiener con el logaritmo natural (ln); ya que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) los valores de este índice van de 0 a 5, entren más alto sea el valor mayor será la diversidad expresada; así como el índice de Pielou (J') , ya que mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, expresada como la diversidad observada respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies pero con una uniformidad máxima, este valor oscila entre 0 y 1, cuanto más cercano este el valor a 1, mejor distribuida será la biodiversidad de especies.

4.3.1.1.1 Descripción de los usos de suelo y los tipos de vegetación a nivel Sistema Ambiental reportadas por el INEGI (2021).

A continuación, se presenta una breve descripción de los usos de suelo y tipos vegetación presentes en el SA según la cartografía (INEGI, 2021), sin embargo, con lo muestreos, recorridos de campo y análisis de información geográfica mediante SIG se pudo constatar que también se encuentra otros usos de suelo y tipos de vegetación como; Pastizal inducido, Vegetación inducida, Vegetación secundaria arbórea de selva de galería en los márgenes del Rio Jamapa y Manglar al Noreste del SA. Que limita con el ANP Estatal "Arroyo Moreno", además, al analizar la composición florística registrada en los sitios de muestreo, se pudo determinar que la comunidad florística del sistema ambiental, presenta especies con dimensiones y fisonomía, que corresponden a la comunidad de Selva mediana subcaducifolia y especies de selva baja caducifolia con dimensiones considerables, lo cual podría deberse a que la zona de estudio es una zona de transición entre ambas comunidades, por lo tanto, para los alcances que corresponden a este estudio se incluirá y describirá dicha comunidad que se encontró en estado perturbado con dominancia del estrato arbóreo.

Agricultura de temporal anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo (INEGI, 2017).



Figura 65. Agricultura de temporal anual Cultivo de maíz y pasto forrajero, registrados en el SA del proyecto.

Agricultura de temporal anual y permanente.

Se clasifica a este tipo de agricultura a todas aquellas parcelas en las que los cultivos depende del agua de lluvia para mantenerse y su permanencia en el terreno es superior a 10 años, dentro de las cuales se incluyen los huertos de frutales y cafetales.



Figura 66. Agricultura de temporal permanente, se observa cultivo de papaya.

Pastizal cultivado

En este uso de suelo, predomina el cultivo de pastos con fines pecuarios, su desarrollo esta dado por las precipitaciones y su permanencia en los terrenos es variable, según sean las demandas y el ciclo de lluvias.



Figura 67. Se observa Pastizal cultivado en áreas del SA del proyecto.

Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia (INEGI, 2017). Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.



Figura 68. Pastizal inducido ubicado en la periferia del proyecto.

Vegetación inducida

Se considera en esta agrupación las comunidades vegetales que son favorecidas al interrumpirse el proceso natural de sucesión vegetal debido principalmente a las actividades humanas o bien a circunstancias especiales que favorecen su aparición (INEGI, 2017). En el caso del proyecto esta vegetación se encontró en márgenes de caminos, en los límites de parcelas agrícolas, terrenos en desuso, en parques, jardines y como cercos vivos.



Figura 69. Se observa vegetación inducida (arbórea) en gazas existentes del proyecto.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

Esta comunidad florística surge de la perturbación de la selva baja caducifolia, en la que domina el estrato arbustivo, en estado conservado, se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw, la temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C, las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm, con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus* (INEGI, 2017). En este tipo de selvas son comunes algunas de las siguientes especies, *Bursera simaruba Jacaratia mexicana*, *Bromelia penguin*, *Pithecellobium keyense*, *Havardia acatlensis* , *Amphipterygium Adstringens Leucaena leucocephala*, *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcense*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii (kuká)*, *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sancturm*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, con variaciones en la composición florística según su ubicación latitudinal y altitudinal (INEGI, 2017).

Vegetación secundaria arbórea de selva de galería

Esta comunidad florística surge de la perturbación de la selva de galería, con dominancia del estrato arbóreo. Este tipo de selva se distribuye en la Llanura Costera del Golfo Sur, a lo largo de arroyos y ríos, en zonas de climas cálidos húmedos y subhúmedos, con temperaturas medias anuales que generalmente oscilan entre los 20 Y 29°C Y precipitación media anual entre 600 y 3000mm. El rango de su distribución altitudinal generalmente varía entre los 0 y los 1500m. Es la selva que se desarrolla en condiciones de mayor humedad, en lugares con inundación permanente (INEGI, 2017).



Figura 70. Se observa vegetación secundaria arbórea de selva de galería ubicado en el río Jamapa dentro del SA.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Este tipo de vegetación deriva de la perturbación de la selva mediana subcaducifolia con dominancia del estrato arbóreo. Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7. En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; se presentan afloramientos de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos, especialmente en la periferia de la sierra de Ticul y en las hondonadas o rejolladas. Al centro de Veracruz, la selva mediana subcaducifolia se presenta en lomeríos con suelos arenosos o ligeramente arcillosos con buen drenaje. Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Algunas de las especies presentes son: Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril, Hura polyandra, Brosimum alicastrum , Lysiloma latisiliquum, Enterolobium cyclocarpum, Bursera simaruba, Vitex gaumeri, Aphananthe monoica, Astronium graveolens, Bernoullia flammea, Sideroxylon cartilagineum, Bursera arborea, Calophyllum brasiliense, Cordia alliodora, C. elaeagnoides, Tabebuia donnellsmithii, Dendropanax arboreus, Ficus cotinifolia, F. obtusifolia, F. maxima, Luehea candida, Lysiloma divaricatum, Sideroxylon capiri, Attalea cohune, Swietenia humilis, Tabebuia impetiginosa, T. rosea, Acacia polyphylla, Apoplanesia paniculata, Trichospermum mexicanum, Bursera excelsa, Jacaratia mexicana, Ceiba aesculifolia, Coccoloba barbadensis, Cordia seleriana, Croton draco, Cupania glabra, Esenbeckia berlandieri, Eugenia michoacanensis, Euphorbia fulva, Exothea paniculata, Forchhammeria pallida, Inga laurina, Jatropha peltata, Plumeria rubra, Psidium sartorianum, Swartzia simplex, Licania arborea, Haematoxylum campe chianum, Annona purpurea, Lonchocarpus lanceolatus, Diospyros digyna, Pithecellobium dulce, P. lanceolatum, Annona reticulata, Gyrocarpus jatrophifolius, Sideroxylon persimile, Godmania aesculifolia, Manilkara zapota, Vitex mollis, Calycophyllum candidissimum, Pterocarpus acapulcensis, Lafoensia punicifolia, Andira inermis, Morisonia americana, Homalium trichostemon, Poeppigia procera, Tabebuia impetiginosa, Couepia polyandra, Erythroxylum areolatum, Dalbergia granadillo, Ficus crocata (amate), Maclura tinctoria, Ceiba pentandra, Caesalpinia gaumeri, Cedrela odorata, Alseis yucatanensis, Spondias mombin, Pseudobombax ellipticum, Astronium graveolens, y Vitex hemsleyi*. Las formas de vida epífitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes mucho más mesófilos.



Figura 71. Se observa vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, presente en el SA y AI.

Manglar

En el caso de esta comunidad florística que se ubica al noreste del SA, aproximadamente a 7.1 km del proyecto en un relicto aislado por asentamientos humanos infraestructura carretera y potreros con pastizal, por lo que el proyecto no tendrá influencia sobre esta comunidad. Se aclara que su presencia se determinó con ayuda de SIG mediante la capa (shp) de distribución de Manglares en México, (CONABIO, 2021) en áreas de difícil acceso. Es una comunidad florística, está dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas, los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros, en el caso del área de estudio las especies que presentan distribución son: *Avicennia germinans y Laguncularia racemosa*, lo que se corroboró con los registros reportados en las plataformas ***enciclovida*** (CONABIO) y ***Naturalista***, las cuales refieren registros de colecciones científicas y observaciones directas . A continuación, se muestra la ubicación del área en la que se encuentra le manglar con respecto al proyecto.

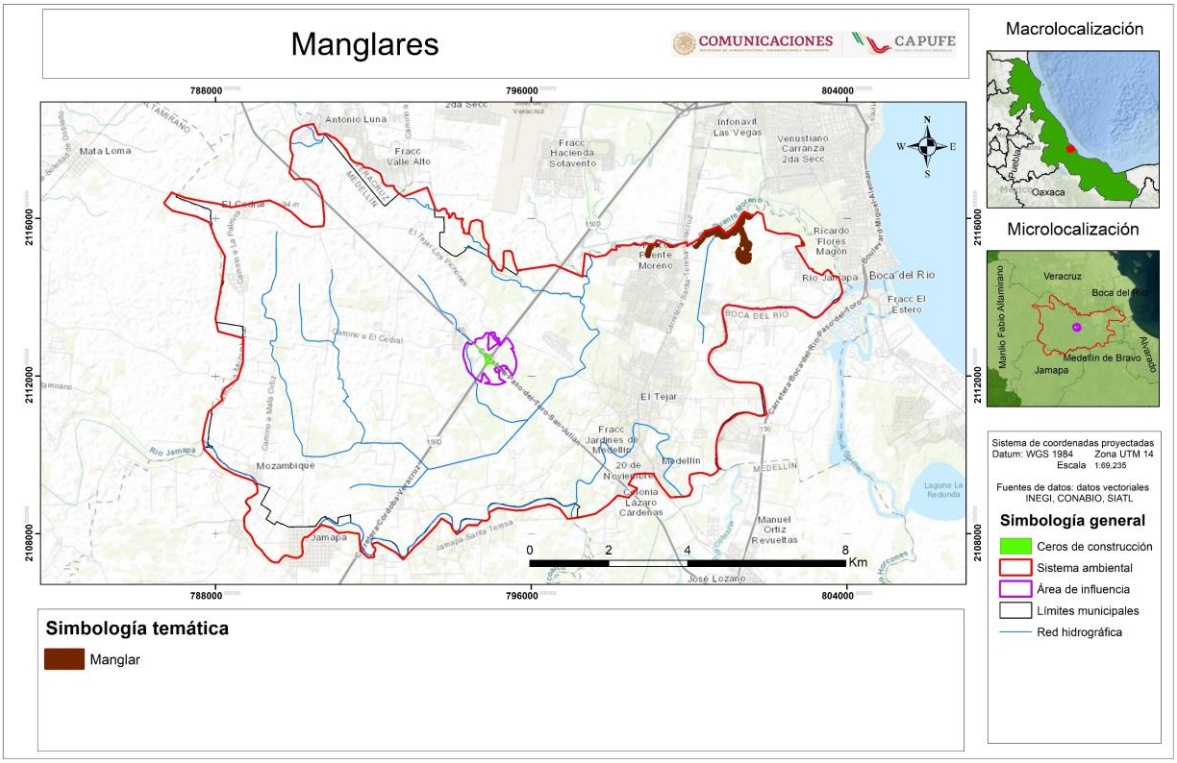
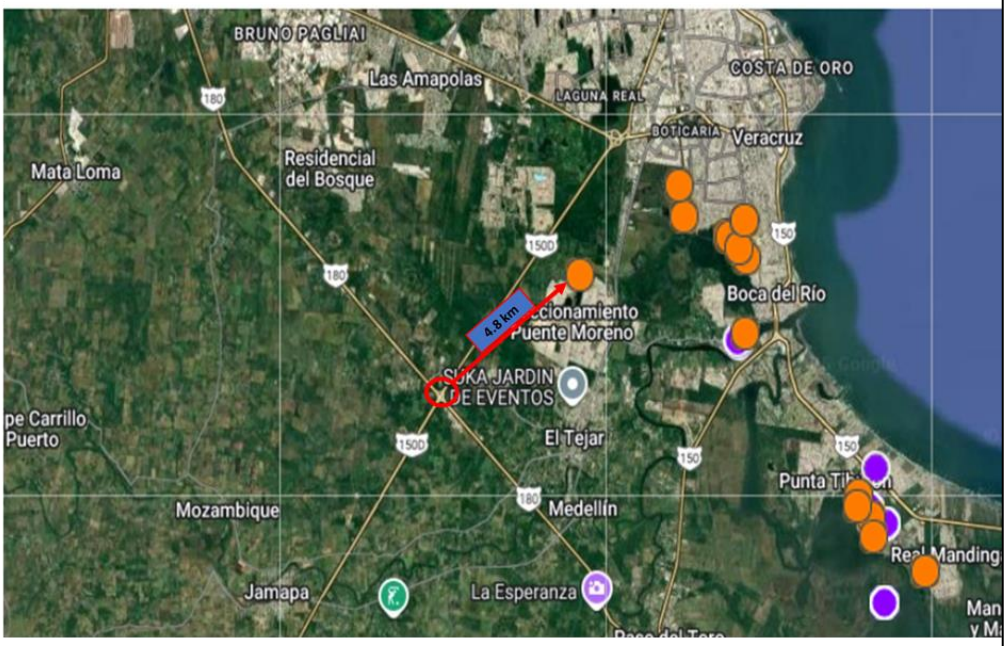


Figura 72. Ubicación del proyecto y de la vegetación de Manglar que se encuentra dentro del SA según el mapa CONABIO (2021).

Avicennia germinans (Mangle prieto)
Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: (A) Amenazada.
RED list/CITES : (LC) Preocupación menor



Laguncularia recemosa (Mangle blanco)
Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: (A) Amenazada.
RED list/CITES : (LC) Preocupación menor

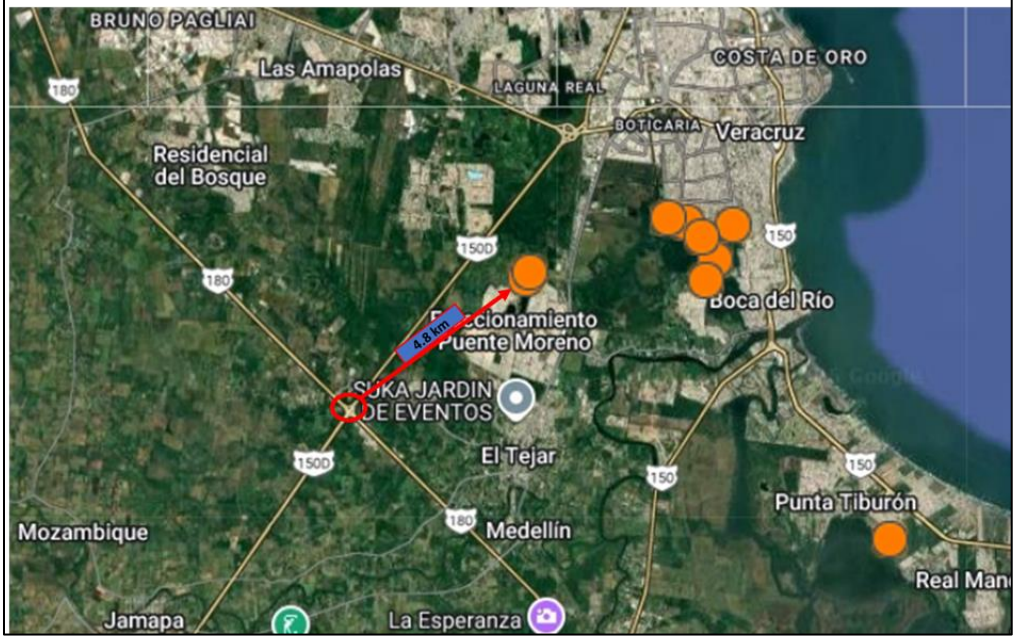


Figura 73. Ubicación de las especies Mangle (prieto y blanco) con respecto a la ubicación del proyecto, reportados por la CONABIO (enciclovida).

4.3.1.1.2 Usos de suelo y tipos de vegetación registrados en el Área de influencia del proyecto

Con ayuda de los datos obtenidos en los muestreos y recorridos realizados en campo dentro del Área de Influencia del proyecto se determinó que se encuentra Pastizal cultivado, Pastizal inducido, Vegetación inducida, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, Áreas desprovistas de vegetación, Infraestructura carretera y Asentamientos humanos, por lo que la perturbación en el sitio es constante y mantiene su influencia en la vegetación.

4.3.1.1.3 Composición florística

La composición florística está dada por las especies vegetales registradas en unidades de área o representadas de manera puntual, para calcular su densidad, solo se requiere conocer cuántas especies se encuentran en un área determinada. Por lo tanto, la riqueza florística es el equivalente de la densidad de especies, por unidad de área. Con los muestreos realizados en el SA se registraron tres Clases de plantas (Cycadopsida, Liliopsida y Magnoliopsida), representadas en 38 familias, 78 géneros y 91 especies, con una dominancia en la composición florística, representada por las plantas vasculares. A continuación, se presenta la cuantificación general de la composición florística que se registró con los trabajos de campo.

Tabla 24. Agrupación y cuantificación de las clases florísticas registradas en el SA.

Clase	Familia	Genero	Especie
Cycadopsida	1	1	1
Liliopsida	8	21	23
Magnoliopsida	29	56	67
	38	78	91

4.3.1.1.4 Características funcionales

Las características funcionales aluden a las formas de vida (formas biológicas o biotipos), en particular la forma de crecimiento de las plantas y la periodicidad fenológica, que se refiere a los fenómenos que involucran el ciclo de vida de la planta. Las plantas de diferentes áreas climáticas pueden agruparse por la forma en que enfrentan y responden a cambios en las condiciones ambientales locales (por ejemplo, a periodos de sequía, a heladas e inundaciones). Los patrones regionales de precipitación influyen sobre la distribución a gran escala de las asociaciones vegetales. Para el caso de las comunidades vegetales registradas en el SA, se encuentran adaptadas a periodos de sequía que van de 5 a 8 meses, con una precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm, la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, lo que genera que del 50 a 75% de las especies pierdan las hojas durante la temporada de estiaje, para disminuir la perdida de agua por traspiración.

4.3.1.1.5 Características estructurales

La estructura de la comunidad vegetal es producto de las condiciones físicas locales y de las interacciones entre especies (Ohman & Spies, 1998), por lo que los cambios ambientales que ocurren a lo largo de gradientes altitudinales, se consideran determinantes en la composición y estructura de la vegetación (Sánchez-Gonzáles & López-Mata, 2005). La flora del área de estudio está representada por 4 formas de vida: árboles, arbustos, herbáceas, herbáceas acuáticas. En el área de estudio estas formas biológicas están distribuidas de forma discontinua, encontrando la mayor cantidad de formas de vida en las zonas de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. A continuación, se describen las formas de vida presentes en el sistema ambiental regional.

- Vegetación Arbórea: árboles leñosos de más de tres metros de altura.
- Vegetación Arbustiva: leñosos de menos de tres metros de altura; ramificados, con base leñosa y perenne.
- Vegetación Herbácea: plantas generalmente anuales, con consistencia de hierba (no leñosa) de alturas generalmente bajas.
- Plantas epifitas: Plantas herbáceas o leñosas que por medio de diversos mecanismos son capaces de sujetarse a otras plantas o soportes donde reciben mayor cantidad de luz.
- Plantas trepadoras (Bejucos): Plantas tropicales de tallos largos, delgados y flexibles, trepadores y/o epifitos.
- Plantas suculentas: se agrupan en esta clasificación las plantas con tallos carnosos, carentes de hojas, con o sin espinas típicas de zonas áridas y semiáridas (árboles, arbustos o de tallas pequeñas menores a 20 cm).
- Vegetación herbácea acuática: Las plantas acuáticas son aquellas adaptadas a lugares como lagos, estanques, pantanos, orillas de los ríos, etc. Dividiéndose en tres grupos, plantas acuáticas flotantes, emergentes arraigadas y sumergidas (Mora-Olivo, et al, 2013).
- Plantas suculentas: se agrupan en esta clasificación las plantas con tallos carnosos, carentes de hojas, con o sin espinas típicas de zonas áridas y semiáridas, con escasa presencia en zonas tropicales húmedas.

De manera general en el SA, la forma biológica más representada es la arbórea, de la cual se registraron 31 especies, seguida por las herbáceas 20 especies, los arbustos con 18 especies, sin embargo, se observaron otras formas biológicas en menor proporción, como las suculentas, las trepadoras y las epifitas, por lo que se puede considerar que la zona de estudio es diversa en cuanto a formas biológicas vegetales. Aunado a esto dentro de las formas de vida registradas se encuentran algunas especies adaptadas a los ambientes acuáticos, registradas en los cuerpos de agua, las cuales corresponden: plantas anfibias, plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes, plantas acuáticas libres.

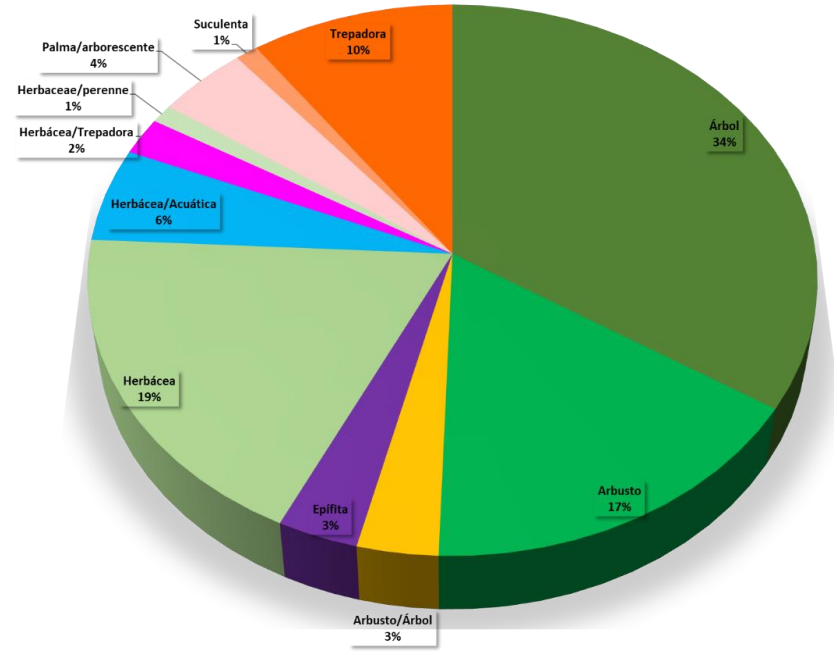


Figura 74. Porcentajes de formas de vida, de las especies de flora registradas en el SA.

4.3.1.1.6 Estatus migratorio

Con los muestreos realizados en campo se observó que, del total de las especies registradas, 74 son nativas de las cuales 2 son endémicas, por lo que se puede confirmar que el SA aun presenta zonas con buen estado de conservación, a pesar de la afectación que ha sufrido la región en los últimos siglos por la extracción maderera y las actividades antropogénicas que se presentan actualmente. Con respecto a las especies exóticas, solo se encontraron 17, registrándose en su mayoría sobre zonas agrícolas y asentamiento humanos ya que fueron sembradas para consumo humano o para producción agrícola. En la siguiente figura se muestran las proporciones que representan las plantas nativas, endémicas y exóticas.

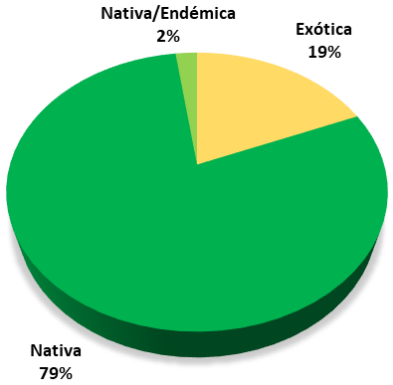


Figura 75. Proporción del estatus migratorio de las especies de plantas presentes registradas en el SA.

4.3.1.1.7 Poblaciones vulnerables

La república mexicana se ha caracterizado por la alta diversidad florística, se estima que en él se encuentra casi el 70 % de la variedad de plantas y animales del mundo (SEMARNAT, 2018), algunas estimaciones al respecto mencionan que ésta oscila entre 22 mil y 31 mil especies (Rzedowski, 1991; Villarreal, et al., 1996; Villaseñor, 2003). Llorente y Ocegueda (2008) en la revisión del capital natural de México encontraron 22,232 especies con nombres correctos de plantas vasculares (pteridofitas, gimnospermas y angiospermas), de acuerdo con las bases de datos y literatura disponibles. En la actualidad existen 980 especies que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a esto, las posibilidades de encontrar en el país zonas con alta diversidad son amplias y de igual forma se tiene la posibilidad de encontrar especies con alguna categoría.

Tomando en cuenta lo anterior y con la finalidad de identificar las especies en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizaron los recorridos en campo y el levantamiento de flora en la zona de estudio, obteniendo el registro de una especie en NOM (*Cedrela odorata*), con categoría de Sujeta a protección especial (Pr), además, una especie En peligro de extinción (EN) de la lista Roja (*Swietenia macrophylla*). Sin embargo, es probable que se encuentren otras especies con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 u otra, debido a que existen zonas del SA con vegetación, lo que abre la posibilidad de encontrar mayor diversidad florística, mencionando que, además de revisar la fuente oficial antes mencionada se consultaron, otros otras fuentes como el Herbario Nacional de México (MEXU), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Missouri Botanical Garden, University of Arizona Herbarium y la Unidad de Informática para la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM (UNIBIO, UNAM), Naturalista y el Global Biodiversity Information Facility (GBIF) mediante su herramienta de búsqueda de ocurrencias, con la finalidad de generar un listado de probable ocurrencia de las especies de flora en el SA, que fueron observadas durante los recorridos de campo y las que no se observaron, pero se encuentran registradas en las bases

de datos antes mencionadas, dando un resultado de 179 especies con registros referenciados en las bases de datos en línea, lo que evidencia la diversidad florística que presenta el área, por lo que dicho *listado de probable ocurrencia se incorpora al estudio en formato digital como anexo para su consulta*.

4.3.1.1.8 Biodiversidad florística

A lo largo del territorio mexicano pueden encontrarse casi todos los tipos de vegetación que existen en el mundo (CONABIO, 2006); en ellos habitan miles de especies de diversos grupos taxonómicos, muchos de los cuales muestran una alta variabilidad genética. Todo esto convierte a México en uno de los llamados países "megadiversos", honor que comparte con Brasil, Perú, Indonesia, China y Colombia, entre otros. No obstante, al igual que en muchas regiones del mundo, la biodiversidad de nuestro país encara numerosas e importantes amenazas que afectan a este importante capital natural y que ponen en riesgo su futuro, junto con los servicios ambientales que son indispensables para la vida y el desarrollo de la sociedad (SEMARNAT, 2013).

El concepto de Biodiversidad considera el número de especies y su abundancia, por ello la riqueza de especies de una comunidad particular es la que se considera homogénea y es conocida como diversidad Alfa; mientras que la diversidad Beta es el grado de cambio o remplazo de la composición de especies entre las diferentes comunidades de un paisaje, así también, la diversidad Gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).El presente análisis se sustenta en los índices de diversidad alfa para la descripción y el análisis de sus componentes; para obtenerlos se empleó el índice de Shannon-Wiener, ya que este índice toma en cuenta tanto el número de especies, como el número de individuos por especie, también asume que la muestra es aleatoria y tomada de una población indefinidamente grande (Krebs, 2000, Moreno, 2001). Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son (pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. Así que, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies de un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad. La principal ventaja de estos índices es, que resumen mucha información en un sólo valor y permiten hacer comparaciones rápidas que sujetan a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Sin embargo, aún y cuando un índice sea aplicado cumpliendo los supuestos del modelo, y su variación refleje cambios en la riqueza o estructura de la comunidad, resulta generalmente difícil interpretar por sí mismo; y sus cambios sólo pueden ser explicados regresando a los datos de riqueza específica y abundancia proporcional de las especies. Por lo tanto, lo más conveniente es preservar los valores tanto de la riqueza, como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad. En lo referente a la biodiversidad, la manera más sencilla de conocerla es hablar de la riqueza específica (S), ya que ésta se basa solamente en el número de especies encontradas, sin tomar en cuenta los índices de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Con los trabajos de campo realizados para este estudio se obtuvieron un total de 91 especies para lo cual se elaboró un inventario en el que se enlistó cada una, incluyendo la Clase, Familias taxonómicas, además del nombre común, estatus NOM-059-SEMARNAT-2010, su origen, la forma de vida y su distribución general.

Resultados

Se efectuaron 12 muestreos, con la finalidad de registrar características fisonómicas en la vegetación y sitios de humedal o inundables, ubicándose 3 sitios en el AI del proyecto y 9 en otros sitios del SA. Para cada especie se determinó su abundancia de acuerdo al número de individuos; su dominancia y su frecuencia con base en su existencia en los sitios de muestreo. Los resultados se emplearon para calcular un valor ponderado a nivel de taxón, denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual se expresa en una escala de 0 a 300 (Müeller y Ellenberg, 1974; Magurran, 2004).

Con los muestreos realizados en campo se comprobó que existen sitios en el SA más diversos en su composición florística que otros, lo cual se relaciona con el grado de conservación de vegetación o con el tipo de comunidad florística. Sin embargo, pueden existir sitios con cantidades similares en número de especies, que presentan perturbación y que no presentan perturbación, lo que se relaciona con la composición florística, ya que algunas comunidades florísticas están dominadas por 3 o hasta 7 especies arbóreas, lo que podría interpretarse como un sitio diverso, con evidencias de perturbación desde bajas a casi nulas. En general el área de estudio presenta mayor cantidad de zonas con vegetación forestal semiconservada y conservada de porte arbóreo y arbustivo, por lo tanto, se infiere que las especies con dichas formas de vida son las dominantes. En la siguiente figura se observa el número de especies registradas en los diferentes sitios de muestreo verificados dentro del SA y AI. Apreciándose que en los sitios 1, 2 y 3 que se encuentran en el AI se registraron de 18 a 19, mientras que en los otros nueve sitios que se encuentran en el SA se registraron de 10 a 28 especies, de los cuales el que menor número de especies obtuvo fue el sitio 10, mientras que el de mayor número de especies registradas fue el sitio 5, por lo que es evidente que en los sitios alejados del proyecto la diversidad florística es más elevada, lo que podría deberse a una mayor influencia de las actividades antropogénicas y alas extensiones que cubren las áreas con vegetación cercanas al proyecto.

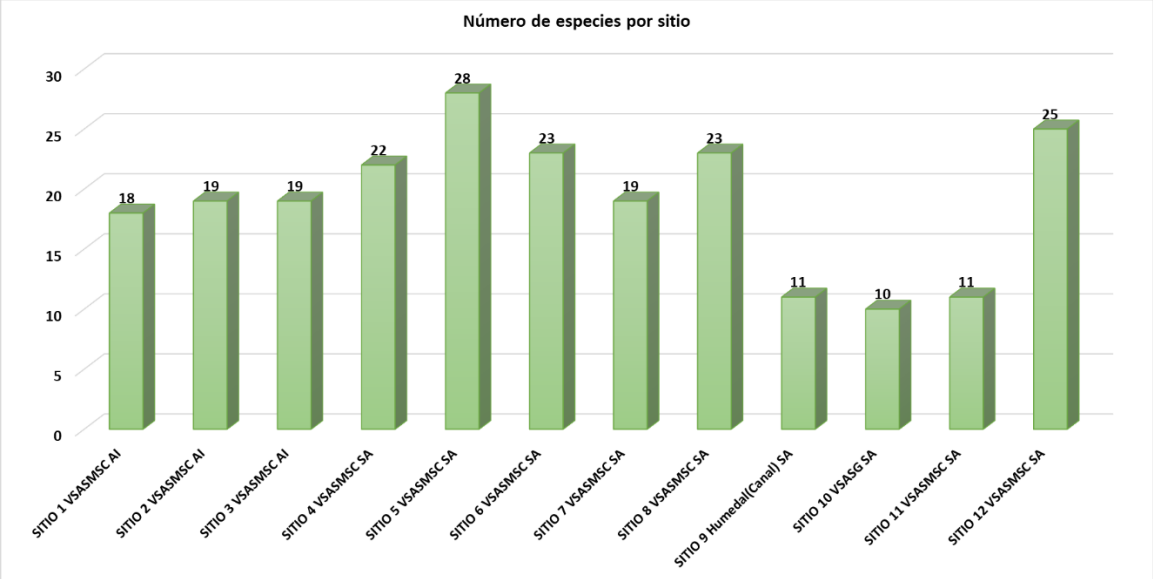


Figura 76. Número de especies registradas por sitio de muestreo.

4.3.1.1.8.1 Diversidad florística en el Sistema ambiental

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Con respecto a la diversidad evaluada con los muestreos realizados en el sistema ambiental el Índice de Shannon Wiener arrojo valores de H´= **2.33** para el estrato arbóreo, de H´**= 2.28** en el estrato arbustivo y de H´= **1.43** para el estrato herbáceo en la Selva mediana subcaducifolia, lo cual indica que la diversidad presente en los estratos arbóreo y arbustivo alcanza valores intermedios, mientras que el estrato herbáceo alcanza un valor bajo, la riqueza especifica en los tres estratos es de 41, la equidad en los estratos arbóreo y arbustivo es alta J´= 0.79 y J´=0.89, con un valor más bajo en el estrato herbáceo J´= 0.65, lo que indica que en los dos estratos superiores la mayoría de las especies abundan de forma casi similar, los valores de IVI muestran que las especies dominantes son: *Guazuma*

ulmifolia, , *Gliricidia sepium*, *Ficus obtusifolia Pithecellobium unguis-cati* y *Mangifera indica*, lo cual esta correlacionado con la abundancia que presentan y sus dimensiones.

Tabla 25. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbóreo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el SA.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	19
Terminalia catappa	1	1	1.43	2.86	0.0045	0.45045045	0.0243	26742.9	1.4	**3.3**	H´ calculada =	**2.33**
Sabal mexicana	1	1	1.43	2.86	0.0045	0.45045045	0.0243	31885.7	1.7	**3.5**	H max = Ln S =	**2.94**
Diphysa americana	3	2	2.86	8.57	0.0135	1.3513513	0.0582	19917.9	1.0	**5.2**	H max - H calculada =	**0.62**
Leucaena leucocephala	5	2	2.86	14.29	0.0225	2.2522525	0.0854	9819.6	0.5	**5.6**	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.79**
Diospyros nigra	2	2	2.86	5.71	0.0090	0.90090909	0.0424	58821.4	3.1	**6.8**		
Ceiba pentandra	3	3	4.29	8.57	0.0135	1.3513513	0.0582	24761.9	1.3	**6.9**		
Cedrela odorata	8	5	7.14	22.86	0.0360	3.6036036	0.1198	14261.1	0.7	**11.5**		
Tabebuia rosea	10	3	4.29	28.57	0.0450	4.5045045	0.1396	64320.7	3.3	**12.1**		
Parmentiera aculeata	11	5	7.14	31.43	0.0495	4.9549549	0.1489	15197.1	0.8	**12.9**		
Coccoloba diversifolia	10	5	7.14	28.57	0.0450	4.5045045	0.1396	37354.8	1.9	**13.6**		
Cecropia obtusifolia	9	5	7.14	25.71	0.0405	4.0540540	0.1300	47459.3	2.5	**13.7**		
Bursera simaruba	7	7	10.00	20.00	0.0315	3.1531315	0.1090	44466.5	2.3	**15.5**		
Enterolobium cyclocarpum	7	5	7.14	20.00	0.0315	3.1531315	0.1090	126912.8	6.6	**16.9**		
Attalea butyracea	12	5	7.14	34.29	0.0541	5.4054054 1	0.1577	118529.1	6.2	**18.7**		
Pithecellobium unguis-cati	26	5	7.14	74.29	0.1171	11.711717	0.2512	75600.5	3.9	**22.8**		
Ficus obtusifolia	3	3	4.29	8.57	0.0135	1.3513513	0.0582	330622.2	17.2	**22.8**		
Gliricidia sepium	33	5	7.14	94.29	0.1486	14.864864 9	0.2833	95017.8	4.9	**27.0**		
Mangifera indica	1	1	1.43	2.86	0.0045	0.45045045	0.0243	720000.0	37.5	**39.3**		
Guazuma ulmifolia	70	5	7.14	200.00	0.3153	31.531531 5	0.3639	59898.1	3.1	**41.8**		

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	19
	222	70	100.00	634.29	1.0000	100	**2.3274**	192158.34	100.0	**300.0**		

Tabla 26. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbustivo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el SA.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	13
Acanthocereus tetragonus	2	1	1.9	5.7	0.01	1.4	0.0591	1607.1	1.903	5.2	H´ calculada =	**2.28**
Solanum houstonii	1	1	1.9	2.9	0.01	0.7	0.0343	3055.7	3.6	6.2	H max = Ln S =	**2.56**
Bromelia pinguin	4	1	1.9	11.4	0.03	2.8	0.0990	5394.3	6.387	11.1	H max - H calculada =	**0.29**
Malvaviscus arboreus	15	1	1.9	42.9	0.10	10.3	0.2347	6204.0	7.3	19.6	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.89**
Carica papaya	6	4	7.7	17.1	0.04	4.1	0.1318	10171.4	12.044	23.9		
Randia aculeata	8	4	7.7	22.9	0.06	5.5	0.1599	9061.1	10.7	23.9		
Thevetia ahouai	20	4	7.7	57.1	0.14	13.8	0.2732	2476.5	2.9	24.4		
Vachellia cornigera	10	7	13.5	28.6	0.07	6.9	0.1844	4206.7	5.0	25.3		
Cissus verticillata	6	5	9.6	17.1	0.04	4.1	0.1318	10573.7	12.5	26.3		
Amphilophium crucigerum	13	5	9.6	37.1	0.09	9.0	0.2162	7647.1	9.055	27.6		
Paullinia fuscescens	9	6	11.5	25.7	0.06	6.2	0.1725	8562.0	10.1	27.9		
Vitis tiliifolia	15	6	11.5	42.9	0.10	10.3	0.2347	6592.2	7.8	29.7		
Randia monantha	36	7	13.5	102.9	0.25	24.8	0.3459	8901.3	10.5	48.8		
	145	52	100.0	414.3	1.00	100.0	**2.2776**	84453.3	100.0	**300.0**		

Tabla 27. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato herbáceo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el SA.

Especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	9
Tillandsia paucifolia	3	1	3.8	1071.4	0.02	2.1	0.0815	20892.9	1.6	7.6	H´ calculada =	**1.43**
Ipomoea indica	1	1	3.8	357.1	0.01	0.7	0.0349	89285.7	7.0	11.5	H max = Ln S =	**2.20**
Myrmecophila grandiflora	3	2	7.7	1071.4	0.02	2.1	0.0815	80357.1	6.3	16.1	H max - H calculada =	**0.77**
Ipomoea mitchelliae	1	1	3.8	357.1	0.01	0.7	0.0349	187500.0	14.6	19.2	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.65**
Ipomoea trifida	1	1	3.8	357.1	0.01	0.7	0.0349	366071.4	28.5	33.1		

Especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	9
Syngonium podophyllum	24	4	15.4	8571.4	0.17	16.9	0.3005	36093.8	2.8	35.1		
Momordica charantia	6	2	7.7	2142.9	0.04	4.2	0.1337	468154.8	36.5	48.4		
Syngonium angustatum	43	7	26.9	15357.1	0.30	30.3	0.3618	23571.4	1.8	59.0		
Eulophia maculata	60	7	26.9	21428.6	0.42	42.3	0.3640	12340.6	1.0	70.1		
	142	26	100.0	50714.3	1.00	100.0	**1.4276**	1284267.6	100.0	**300.0**		

Vegetación secundaria arbórea de selva de galería.

En el caso de la diversidad evaluada en la selva de galería con los muestreos realizados en el sistema ambiental, el Índice de Shannon Wiener arrojo valores de H´= 1.24 para el estrato arbóreo, de H´= 0.65 en el estrato arbustivo y de H´= 0.67 para el estrato herbáceo, lo cual indica que la diversidad presente en los tres estratos es baja, la riqueza especifica en los tres estratos es de 10, la equidad en el estratos arbóreo es de J´= 0.69, en el arbustivo de J´=0.94 y en el herbáceo J´= 0.97 , lo que indica que en los estratos arbustivo y herbáceo las especies abundan de forma casi similar, los valores de IVI muestran que las especies dominantes son: *Guazuma ulmifolia*, *Ficus insípida*, *Inga vera y Ceiba pentandra*, lo cual esta correlacionado con la abundancia que presentan y sus dimensiones.

Tabla 28. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbóreo de Selva de galería en el SA.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m 2) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	19
Ceiba pentandra	1	1	16.67	20.0	0.034	3.45	0.12	3360000.0	37.3	**57.4**	H´ calculada =	**1.24**
Ficus insipida	1	1	16.67	20.0	0.034	3.45	0.12	4420000.0	49.0	**69.2**	H max = Ln S =	**1.79**
Guazuma ulmifolia	17	1	16.67	340.0	0.586	58.62	0.31	65466.1	0.7	**76.0**	H max - H calculada =	**0.55**
Inga vera	6	1	16.67	120.0	0.207	20.69	0.33	135908.3	1.5	**38.9**	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.69**
Persea americana	2	1	16.67	40.0	0.069	6.90	0.18	634500.0	7.0	**30.6**		
Salix humboldtiana	2	1	16.67	40.0	0.069	6.90	0.18	396000.0	4.4	**28.0**		
	29	6	100.00	580.0	1.000	100.00	1.24	9011874.4	100.0	**300.0**		

Tabla 29. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbustivo de Selva de galería en el SA.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m 2) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	2
Malvaviscus arboreus	14	1	50.0	280.0	0.36	35.9	0.37	9500.0	54.3	140.2	H´ calculada =	**0.65**
Mimosa pigra	25	1	50.0	500.0	0.64	64.1	0.29	8000.0	45.7	159.8	H max = Ln S =	**0.69**
	39	2	100.0	780.0	1.00	100.0	0.65	17500.0	100.0	300.0	H max - H calculada =	**0.04**
											Equidad (J) = H/Hmax =	**0.94**

Tabla 30. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato herbáceo de Selva de galería en el SA.

Especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m 2) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	2
Canna indica	9	1	50.0	45000.0	0.60	60.0	0.31	3750000.0	70.4	180.4	H´ calculada =	**0.67**
Hymenocallis littoralis	6	1	50.0	30000.0	0.40	40.0	0.37	1575000.0	29.6	119.6	H max = Ln S =	**0.69**
	15	2	100.0	75000.0	1.00	100.0	0.67	5325000.0	100.0	300.0	H max - H calculada =	**0.02**
											Equidad (J) = H/Hmax =	**0.97**

4.3.1.1.8.2 Diversidad florística en el Área de influencia

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Para el caso de la diversidad evaluada en el Área de influencia el Índice de Shannon Wiener arrojo valores de **H´= 1.94** para el estrato arbóreo, de **H´= 1.80** en el estrato arbustivo y de **H´= 1.28** en el estrato herbáceo, lo cual indica que la diversidad es baja, la riqueza especifica en los tres estratos es de 33, la equidad en los estratos arbóreo arbustivo y herbáceo es de alta J´= 0.69 , J´=0.75 y J´= 0.79, lo que indica que en los estratos superiores la mayoría de las especies abundan de distinta, dominando un grupo reducido de especies, los valores de IVI muestran que las especies dominantes son: *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, lo cual esta correlacionado con la abundancia que presentan y sus dimensiones.

Tabla 31. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbóreo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el AI.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	17
Cedrela odorata	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	3600.0	0.2	4.4	H´ calculada =	**1.94**
Ceiba pentandra	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	5066.7	0.3	4.5	H max = Ln S =	**2.83**
Luehea candida	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	27000.0	1.5	5.8	H max - H calculada =	**0.89**
Diphysa americana	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	31733.3	1.8	6.0	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.69**
Leucaena leucocephala	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	71000.0	4.0	8.2		
Ficus cotinifolia	2	2	6.90	13.33	0.02	1.6	0.06	3600.0	0.2	8.7		
Morus celtidifolia	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	84933.3	4.8	9.0		
Gliricidia sepium	2	2	6.90	13.33	0.02	1.6	0.06	21266.7	1.2	9.6		
Bursera simaruba	3	2	6.90	20.00	0.02	2.3	0.09	49600.0	2.8	12.0		
Parmentiera aculeata	9	2	6.90	60.00	0.07	7.0	0.19	28540.5	1.6	15.5		
Coccoloba diversifolia	10	2	6.90	66.67	0.08	7.8	0.20	26665.6	1.5	16.2		
Acrocomia aculeata	1	1	3.45	6.67	0.01	0.8	0.04	240000.0	13.6	17.8		
Attalea butyracea	3	1	3.45	20.00	0.02	2.3	0.09	277600.0	15.7	21.5		
Tabebuia rosea	21	3	10.34	140.00	0.16	16.3	0.30	10796.6	0.6	27.2		
Pithecellobium unguis-cati	17	3	10.34	113.33	0.13	13.2	0.27	132078.9	7.5	31.0		
Enterolobium cyclocarpum	2	2	6.90	13.33	0.02	1.6	0.06	657633.3	37.2	45.6		
Guazuma ulmifolia	53	3	10.34	353.33	0.41	41.1	0.37	96634.5	5.5	56.9		
	129	29	65.52	860.00	1.00	100.0	**1.94**	1767749.4	100.0	300.0		

Tabla 32. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato arbustivo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el AI.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	11
Vitis tiliifolia	1	1	5.6	6.7	0.01	1.3	0.0570	22866.7	1.0	7.9	H´ calculada =	**1.80**
Amphilophium crucigerum	3	1	5.6	20.0	0.04	3.9	0.1276	13100.0	0.6	10.1	H max = Ln S =	**2.40**
Vachellia farnesiana	3	1	5.6	20.0	0.04	3.9	0.1276	24266.7	1.1	10.6	H max - H calculada =	**0.59**
Acanthocereus tetragonus	1	1	5.6	6.7	0.01	1.3	0.0570	250800.0	11.4	18.3	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.75**

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-Wiener	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	11
Randia monantha	3	2	11.1	20.0	0.04	3.9	0.1276	152366.7	6.9	22.0		
Ixora coccinea	7	2	11.1	46.7	0.09	9.2	0.2197	67961.3	3.1	23.4		
Thevetia ahouai	8	2	11.1	53.3	0.11	10.5	0.2370	46641.7	2.1	23.8		
Vachellia cornigera	6	2	11.1	40.0	0.08	7.9	0.2004	158491.7	7.2	26.2		
Randia aculeata	8	2	11.1	53.3	0.11	10.5	0.2370	200530.2	9.1	30.7		
Cissus verticillata	1	1	5.6	6.7	0.01	1.3	0.0570	1187200.0	53.9	60.8		
Malvaviscus arboreus	35	3	16.7	233.3	0.46	46.1	0.3571	78831.5	3.6	66.3		
	76	18	100.0	506.7	1.00	100.0	**1.8048**	2203056.4	100.0	300.0		

Tabla 33. Cálculos de Índice de Shannon Wiener e IVI (índice de valor de importancia) del estrato herbáceo de Selva mediana subcaducifolia evaluada en el AI.

Genero-especie	Abundancia	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad por hectárea	Ln (pi)	Densidad Relativa	Índice de Shannon-	Dominancia (área basal en m²) / ha	Dominancia relativa	IVI	Riqueza S =	5
Syngonium podophyllum	8	1	11.1	13333.3	0.13	12.5	0.26	166666.7	5.7	29.3	H´ calculada =	**1.28**
Ipomoea mitchelliae	3	1	11.1	5000.0	0.05	4.7	0.14	1194444.4	40.7	56.5	H max = Ln S =	**1.61**
Syngonium angustatum	17	3	33.3	28333.3	0.27	26.6	0.35	93287.0	3.2	63.1	H max - H calculada =	**0.33**
Momordica charantia	4	1	11.1	6666.7	0.06	6.3	0.17	1416666.7	48.3	65.7	Equidad (J) = H/Hmax =	**0.79**
Eulophia maculata	32	3	33.3	53333.3	0.50	50.0	0.35	62500.0	2.1	85.5		
	64	9	100.0	106666.7	1.00	100.0	**1.28**	2933564.8	100.0	300.0		

4.3.1.1.9 Afectación en línea de ceros

Tomando como base los datos recabados en campo, en conjunto con la bibliografía y cartografía consultada de la zona, se determinó que, el área en la que se pretende construir el proyecto presenta zonas con vegetación nativa, sin embargo, dicha vegetación se encuentra perturbada por la ganadería extensiva, la extracción de madera, leña, productos no maderables, infraestructura carretera y asentamientos humanos, sin embargo, debido a las condiciones climáticas y al desuso de las áreas colindantes al proyecto los relictos de vegetación se conservan en el sitio y en las inmediaciones. Los tipos de vegetación que se encuentra dentro de la línea de ceros y que será afectados, corresponde a "Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia", "Pastizal inducido", "Vegetación inducida", mientras que los usos de suelo están representados por "Asentamientos humanos", "Caminos existentes" y áreas "Desprovistas de vegetación". A continuación, se presentan la ubicación y las superficies que cubren las diferentes clases de USV dentro del área que busca aprovechar el

proyecto, mostrando los cuatro cuadrantes que componen el "Entronque Paso del Toro", como se describen en el Capítulo 2.

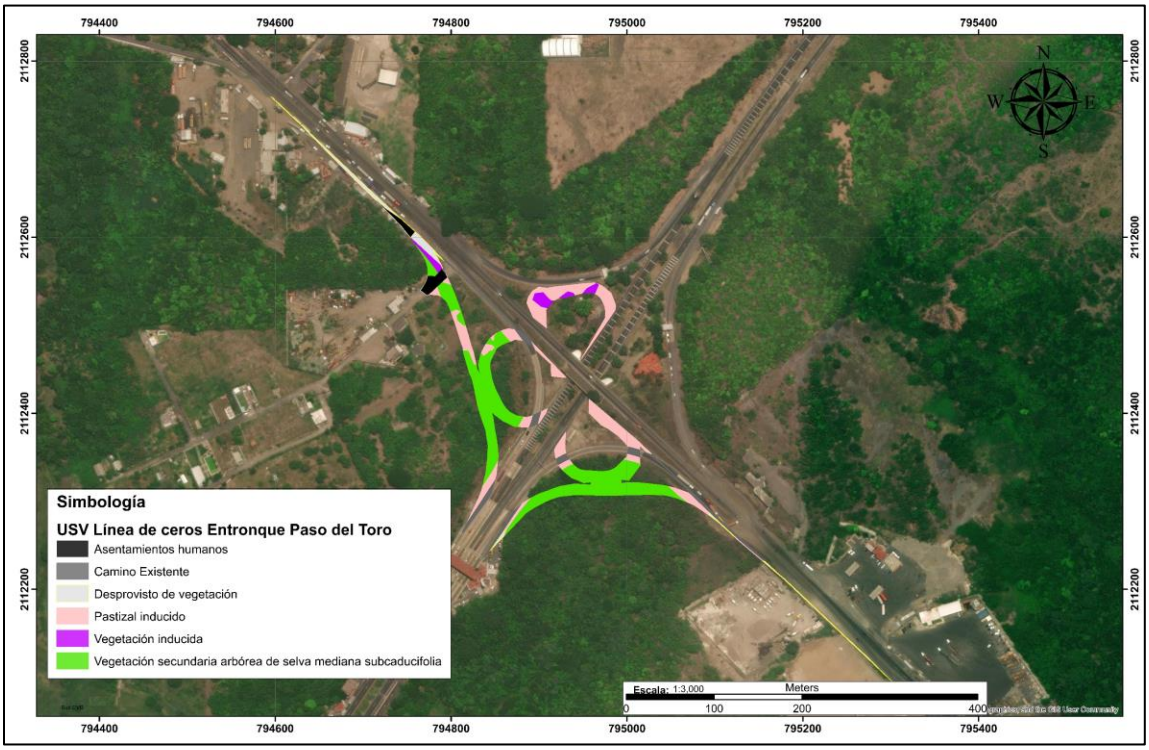


Figura 77. Usos de suelo y vegetación en línea de ceros del proyecto.

Tabla 34. Superficies de afectación en línea de ceros del proyecto.

Clases de uso de suelo y vegetación	Superficie ha	Superficie m2	Forestal / No Forestal	Superficie F/NF	% F/NF
Asentamientos humanos	0.06	647.2	No Forestal (NF)	0.93	56
Camino Existente	0.17	1723.0	No Forestal (NF)		
Desprovisto de vegetación	0.11	1111.8	No Forestal (NF)		
Pastizal inducido	0.52	5203.3	No Forestal (NF)		
Vegetación inducida	0.06	621.8	No Forestal (NF)		
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.74	7421.7	Forestal (F)	0.74	44
Superficie total línea de ceros	1.67	16728.8		1.67	100

4.3.1.1.9.1 Descripción de cuadrantes

A continuación, se muestran las condiciones de la vegetación en el área del proyecto que busca aprovecharse para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas del **"Entronque Paso del Toro"**.

Cuadrantes 1 y 2

El cuadrante 1 actualmente presenta Pastizal inducido y Vegetación inducida arbórea dentro del "Derecho de vía" aclarándose que en esta área del entronque no se realizarán trabajos de construcción,

por lo que no se realizara remoción de vegetación, las especies de árboles presentes se plantaron con la construcción de la autopista de la autopista 150D para fungir como barreras vivas y con fines estéticos, mientras que los pastos y herbáceas anuales surgen por las labores constantes de mantenimiento (podas y limpieza) en la periferia del camino.

En el caso del cuadrante 2 presenta condiciones semejantes en la vegetación, al primer cuadrante, sin embargo en este si se realizara la construcción de infraestructura vial, por lo que será removida vegetación inducida y pastizal inducido que se encuentra dentro del "Derechos de vía" en la cual se registró la especie *Cedrela odorata* que se encuentra enlistada en NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de Protección especial (Pr), de la que se removerá 1 individuo, el cual fue plantado para fungir como barrera viva y con fines estéticos, por lo que se tanto se incluyó a esta especie en el listado de especies propuestas para la reforestación y para rescate (germoplasma) debido a sus dimensiones.



Figura 78. Vista aérea actual de los cuadrantes 1 y 2 correspondientes al proyecto, con vegetación inducida arbórea y pastizal inducido dentro del área de las gazas, limitando fuera del derecho de vía con relictos de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

A continuación, se presentan las condiciones generales observadas en los cuadrantes 1 correspondientes al proyecto.



Figura 79. Condiciones actuales de la vegetación en el cuadrante 1 acceso con dirección a Veracruz, se observa pastizal inducido y áreas desprovistas de vegetación en los márgenes de la infraestructura vial.

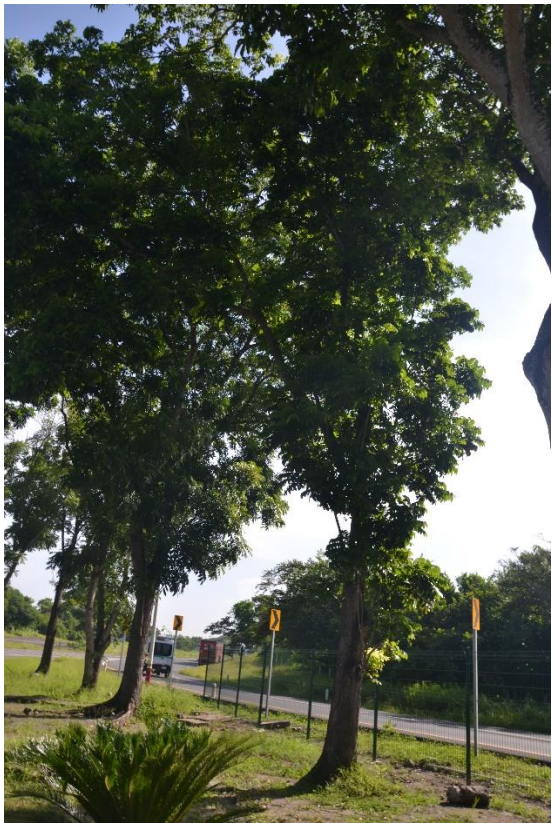


Figura 80. Condiciones actuales de la vegetación en el cuadrante 1 acceso con dirección a Veracruz, margen izquierdo (pastizal inducido y vegetación inducida arbórea), margen derecho (pastizal inducido y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.



Figura 81. Se observa vegetación inducida arbórea y pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente en el cuadrante 1, las especies arbóreas presentes son: *Tabebuia rosea y Cocos nucifera*.



Figura 82. Se observa en el margen derecho, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, limitando con el Derecho de vía existente en el cuadrante 1.

Condiciones generales de la vegetación en el cuadrante 2 correspondiente al proyecto.



Figura 83. Se observa vegetación inducida arbórea y pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente en el cuadrante 2, los árboles presentes son: *Tabebuia rosea, Cedrela odorata (Pr), Swietenia macrophylla y Terminalia catappa.*



Figura 84. Se observa vegetación inducida arbórea y pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente en el cuadrante 2, los árboles son: *Tabebuia rosea, Guazuma ulmifolia y Mangifera indica.*



Figura 85. Se observa vegetación inducida arbórea y pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente en el cuadrante 2 en el entronque de la autopista 150D y La Carretera Federal 180 con dirección a Xalapa.



Figura 86. Se observa en el margen derecho, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, limitando con el Derecho de vía existente en el cuadrante 2.

Cuadrantes 3 y 4

El cuadrante 3 actualmente presenta Pastizal inducido dentro del "Derecho de vía" existente, el cual limita con un relicto de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, en el áreas que busca aprovecharse por el proyecto, por lo que en este cuadrante se realizara la remoción de vegetación forestal, se registraron especies arbóreas en etapa adulta y juvenil acompañadas por especies arbustivas y herbáceas, de las cuales las más representativas en el estrato arbóreo son: *Guazuma ulmifolia, Pithecellobium unguis-cati, Gliricidia sepium, , Bursera simaruba, Leucaena leucocephala* y *Coccoloba diversifolia*, mientras que en el estrato arbustivo se registraron; *Thevetia ahouai, Randia monantha, Malvaviscus arboreus* y *Vachellia cornígera*, además de herbáceas, entre las que se registró la presencia de especies exóticas como; *Melinis repens, Sorghum halepense, Cenchrus purpureus* y *Eulophia maculata.*

Con respecto al cuadrante 4 también presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia limitando con el "Derecho de vía" existente y dentro del el Pastizal inducido, por lo será removida vegetación de tipo forestal con la construcción de la infraestructura vial. Los individuos arbóreos presentan mayor desarrollo en dimensiones con respecto a los que se encuentran que en el tercer cuadrante, las especies arbóreas más representativas registradas son: *Guazuma ulmifolia, Pithecellobium unguis-cati, Gliricidia sepium, Enterolobium cyclocarpum, Bursera simaruba* y *Coccoloba diversifolia*, con escasa presencia de especies arbustivas: *Malvaviscus arboreus* y *Randia aculeata* y herbaceas como; *Syngonium angustatum, Syngonium podophyllum* y *Eulophia maculata* (exótica).



Figura 87. Vista aérea actual de los cuadrantes 3 y 4 correspondientes al proyecto, limitando fuera del derecho de vía existente, con relictos con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y pastizal inducido dentro del derecho de vía.

A continuación, se observan las condiciones generales de la vegetación en el cuadrante 3.



Figura 88. Se observa pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente del cuadrante 3, limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la desincorporación hacia México.



Figura 89. Se observa pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente del cuadrante 3, limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la desincorporación hacia México.



Figura 90. Se observa pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente del cuadrante 3, limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la desincorporación hacia México.



Figura 91. Se observa pastizal inducido dentro del Derecho de vía existente del cuadrante 3, limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la desincorporación hacia México.



Figura 92. Imagen aérea (agosto, 2025), se aprecia área forestal, con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el cuadrante 3 del proyecto, en el que se realizará remoción de vegetación forestal.

Condiciones generales de la vegetación en el cuadrante 4 correspondiente al proyecto.



Figura 93. Se observa pastizal inducido limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en la incorporación de la autopista 150D con la carreta federal 180 con dirección a Paso del Toro.



Figura 94. Se observa pastizal inducido limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la incorporación de la autopista 150D con la carreta federal 180 con dirección a Paso del Toro.



Figura 95. Se observa pastizal inducido limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en la incorporación de la autopista 150D con la carreta federal 180 con dirección a Paso del Toro.



Figura 96. Se observa pastizal inducido limitando con Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el margen derecho de la incorporación de la autopista 150D con la carreta federal 180 con dirección a Paso del Toro.



Figura 97. Imagen aérea (agosto, 2025), se aprecia área forestal, con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el cuadrante 4 del proyecto, en el que se realizará remoción de vegetación forestal.

4.3.1.1.10 Conclusiones

Con los resultados obtenidos en los trabajos de campo, los análisis, las consultas bibliográficas y cartográficas se pudo determinar que la vegetación presente en el área de afectación del proyecto y la que se distribuye en el SA corresponde a Selva mediana subcaducifolia con diferentes grados de perturbación. La **afectación forestal** a dicho tipo de vegetación corresponde a **0.74 hectáreas**, lo que representan únicamente el **0.0073 % de la superficie que cubre el Sistema ambiental**. los análisis de diversidad florística revelaron que ***en el sistema ambiental la diversidad alcanza valores bajos a casi intermedios (H´= 0.65 a 2.28)***, lo que evidencia la constante perturbación de las comunidades florísticas, mientras que ***en el área de influencia los valores de diversidad alcanzan solo valores bajos (H´=1.28 a 1.94)***, aunado a lo anterior, tanto en el AI como en el SA, se corroboró la dominancia del estrato arbóreo ya que la riqueza florística está representada por 17 y 19 especies respectivamente, la cual es mayor que la riqueza registrada en el estrato arbustivo 11 y 13 respectivamente. Por lo que se considera que las afectaciones por la construcción del proyecto son compensables y mitigables por medio de las medidas de mitigación y compensación propuestas en este estudio, ya que además, se registró la presencia de al menos 13 especies exóticas (árboles: 1, arbustos: 3, herbáceas: 6, epífita: 1, palma: 1 y trepadora: 1) y la presencia de una especie (*Cedrela odorata*) con categoría de Protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual fue plantada en las áreas con vegetación inducida, dentro del área que busca aprovecharse por el proyecto,

4.3.2 Fauna silvestre

4.3.2.1 Introducción

El estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, se localiza en la parte este de la República Mexicana al sur del Trópico de Cáncer, ubicándose entre los paralelos 17° 10' al 22° 15' de latitud norte y los meridianos 93° 35' al 98° 34' de longitud oeste. Ello le imprime la forma de una franja de aproximadamente 790 km de largo y un ancho que, en su parte más angosta, alcanza 33 km y en la más ancha 183 km. Abarca una superficie de 72 410 km^2. Su litoral comprende una longitud aproximada de 745 kilómetros, lo que representa el 29.3 % de la costa mexicana del Golfo de México y el 4.7 % del total de la cuenca del Golfo de México (CONABIO, 2011).

La entidad limita al norte con el estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México y el estado de Tabasco, al sureste con el de Chiapas, al sur con el de Oaxaca y al oeste con los estados de Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí (CONABIO, 2011).

El relieve del estado de Veracruz, se caracteriza por dos extensas planicies situadas al norte y sur del territorio y separadas por el Eje Neovolcánico que en las inmediaciones del paralelo 20°N penetra prácticamente hasta la costa, constituyendo así una barrera climática muy importante. Asimismo, hacia el interior de la entidad, el terreno se eleva paulatinamente para formar los sistemas montañosos de la Sierra Madre Oriental hacia el noroeste, el Eje Neovolcánico hacia el oeste y la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas, hacia el sureste y sur, respectivamente (CONABIO, 2011).

Cabe resaltar que, la mayor parte del territorio de la entidad (73%) corresponde a las planicies costeras, mientras que las regiones montañosas conforman el 27% restante. Asimismo, la configuración del terreno, aunado al amplio intervalo de altitudes que van de 0 a más de 5 000 msnm, dan por resultado una gran variedad de condiciones ambientales (CONABIO, 2011).

En relación a lo anterior, el estado de Veracruz posee un diverso mosaico de climas, debido a las grandes variaciones que presentan la temperatura, la humedad y el viento. Dichas variaciones, están fuertemente influenciadas por los factores que determinan el clima: la latitud, la altitud, el relieve y la distribución de mares y tierras. Por otra parte, siendo el clima un factor primario que influye sobre los demás componentes del medio ambiente, su amplia variación ha favorecido la presencia de una gran

variedad de condiciones ecológicas que se reflejan en su riqueza de recursos naturales (CONABIO, 2011).

En lo que respecta a la diversidad de fauna silvestre (vertebrados), en el territorio estatal se han registrado 717 especies de aves (CONABIO, 2011), que corresponden a un 63.79 %, de la riqueza total de ornitofauna de México (1124 taxones) (CONABIO, 2024); este elevado número de especies se debe a la privilegiada posición del estado, cuyo territorio representa una ruta perfecta para la migración anual de muchas aves norteñas (Ruta Central; Toth, 2024). Además, la costa Veracruzana alberga 508 especies de peces (Peralta-Vázquez, 2017), 122 especies de anfibios, 237 especies de reptiles (Torres-Hernández *et al.*, 2021) y 195 especies de mamíferos (Macario-Cueyactle, 2019; Mezhua-Velázquez *et al.*, 2022). De dichas especies de vertebrados, 139 son endémicas, 54 se encuentran en peligro de extinción, 112 en riesgo; en cambio, 153 están bajo alguna de las categorías de protección a nivel federal.

Como se mencionó previamente, el estado de Veracruz presenta una diversidad faunística notable, la cual enfrenta desafíos importantes, originados principalmente por la presión que ha generado la eliminación de extensas áreas de vegetación natural. Al respecto, la vegetación natural actualmente solo cubre cerca de 1, 091,599 ha, esto corresponde al 15.2% de la totalidad del territorio de la entidad (Benítez-Badillo *et al.*, 2010).

La pérdida de cobertura vegetal debido al cambio de uso de suelo asociado al desarrollo de proyectos de infraestructura vial, ha contribuido a una disminución de las poblaciones de fauna silvestre, principalmente de aquellas especies que presentan una reducida capacidad de dispersión.

En general, la identificación y evaluación de los efectos negativos asociados al desarrollo de la infraestructura carretera, es de vital importancia para el diseño de estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de las carreteras, se encuentra:

- **Pérdida del hábitat**: la construcción de infraestructura vial siempre implica una pérdida neta de hábitat para la fauna silvestre. La invasión física del terreno genera perturbaciones y efectos de barrera que contribuyen a la fragmentación general del hábitat debido a la infraestructura (Kociolek *et al.*, 2011).

Asimismo, las redes de infraestructura vial incrementan el hábitat de borde (efecto borde), esto debido a que los caminos tienden a ser largos y angostos, creando una cantidad desproporcionada de borde de bosque. Lo anterior, puede beneficiar a algunas especies que viven en los bordes, pero puede ser perjudicial para las especies del hábitat interior, ya que puede reducir la cantidad de hábitat disponible.



Figura 98. Esquema que muestra la pérdida de hábitat interior e incremento del hábitat de borde, debido a la construcción de infraestructura vial. Tomado de Cave, 2020.

- **Perturbación:** las carreteras, las vías férreas y el tráfico perturban y contaminan el entorno físico, químico y biológico, alterando así la idoneidad del hábitat para numerosas especies vegetales y animales en una zona mucho más amplia que la anchura de la propia carretera o vía férrea (Forman y Alexander, 1998). Además, los efectos indirectos pueden ejercer una influencia significativa. Estos efectos incluyen el ruido (Kaseloo & Tyson, 2004) y la luz artificial. Esta última, por ejemplo, puede influir en los biorritmos de las aves en relación con el desarrollo, los patrones de canto, la reproducción, la muda y la migración (Molenaar *et al.*, 2006).

- **Mortalidad:** las colisiones con el tráfico causan la muerte de muchos animales que utilizan hábitats en los márgenes o intentan cruzar carreteras o vías férreas. La mortalidad por tráfico ha aumentado constantemente a lo largo de los años, pero solo se considera una amenaza grave para unas pocas especies (Reijnen & Foppen, 2006). Lo anterior es preocupante, ya que, las colisiones fauna-vehículo son una de las principales causas de la mortalidad de mamíferos en el mundo (Hill *et al.*, 2019).

Asimismo, en países tropicales esta problemática se incrementa notablemente debido al alto número de especies que cruzan las carreteras, incrementando así el riesgo a la extinción local de sus poblaciones. Al respecto, se estima que en Latinoamérica mueren por atropellamiento 5 millones de mamíferos silvestres cada año (Grilo *et al.*, 2021).

- **Barreras:** para la mayoría de los animales terrestres no voladores, la infraestructura implica barreras de movimiento que restringen la dispersión de los animales, hacen que los hábitats sean inaccesibles y pueden potencialmente conducir a la fragmentación y el aislamiento de las poblaciones (Van der Ree *et al.*, 2007).

Derivado de los impactos antes mencionados, la implementación de medidas de mitigación ambiental constituye una herramienta eficaz en la conservación y protección de los recursos naturales, entre los cuales se encuentra la fauna silvestre.

En este contexto, la superficie donde se inserta el proyecto se caracteriza por ser una zona notablemente perturbada, donde el tráfico vehicular constante de los usuarios de la autopista Córdoba

– Veracruz, particularmente en el Entronque Paso del Toro, han desplazado a la fauna a sitios con mayor cobertura vegetal donde encuentran alimento y refugio. Asimismo, en las inmediaciones del entronque se localizan asentamientos humanos cercanos a la infraestructura vial, así como superficies de vegetación nativa cuyas dimensiones se han reducido paulatinamente por el desarrollo de los asentamientos humanos, así como por la extensión de zonas de cultivos asociados a la ganadería extensiva.

Dada la naturaleza del proyecto, así como el territorio donde se inserta, resulta de vital importancia caracterizar el componente faunístico en el Sistema Ambiental y AI, con la finalidad de prever los posibles impactos sobre la fauna silvestre que tendrá la ejecución del proyecto que, si bien presenta una perturbación ambiental asociada al tráfico vehicular y a los asentamientos humanos cercanos, no se descarta la potencial presencia de fauna silvestre susceptible de acciones de rescate y reubicación.

Con base en lo antes descrito y, con la finalidad de determinar la distribución potencial de especies de fauna silvestre en el área de influencia del proyecto, se consultó información bibliográfica, en la cual se reporta la presencia de especies de los diferentes grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) dentro del Sistema Ambiental del proyecto, así como en superficies adyacentes. Asimismo, la consulta bibliográfica se complementó con la información disponible en la base de datos del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, 18 de agosto de 2025), así como en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de CONABIO (2025), esto para determinar de manera preliminar la riqueza específica y con ello poder caracterizar el componente faunístico en la superficie que comprende el proyecto.

En los siguientes apartados, se describe la metodología implementada para la obtención de datos en campo y gabinete, así como el análisis de los mismos, esto con la finalidad de estimar la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre (vertebrados) en el Sistema Ambiental y en el AI (Entronque).

4.3.2.2 Metodología

4.3.2.2.1 Fauna silvestre con distribución potencial en el Sistema Ambiental (SA)

Para una caracterización adecuada de la fauna de un sitio en particular, resulta de vital importancia considerar a todas las posibles especies que podrían distribuirse en el área de estudio, ya que algunas de ellas pueden no ser registradas durante los trabajos de muestreo en campo.

Por ejemplo, en diversas especies de anfibios y reptiles se presentan comportamientos cíclicos que, los conducen a un periodo de inactividad (estivación) durante la época de estiaje; o bien, el caso de las aves migratorias, las cuales solo se pueden observar en periodos determinados a lo largo del año, motivo por el cual, resulta necesario conocer previamente a las especies con distribución potencial del área bajo estudio, esto con la finalidad de no subestimar la diversidad registrada en una determinada época del año.

Para la elaboración del listado de fauna silvestre (vertebrados) de probable ocurrencia en el SA del proyecto, se consultaron publicaciones científicas sobre la distribución de los diferentes grupos de vertebrados (Ceballos y Oliva, 2005; Hernández-Baz & Rodríguez-Vargas, 2014; González-Christen & Delfin-Alonso, 2016; Macario-Cueyactle *et al.*, 2019; Torres-Hernández *et al.*, 2021; Mezhua-Velázquez *et al.*, 2022), así publicaciones de divulgación acerca del estado de conservación de la fauna en el área estudio (CONABIO, 2011).

De manera complementaria, se generó una base de datos de la presencia de especies de fauna (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) registradas en el área de estudio, esto a partir de la información disponible en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (CONABIO, 2025), el cual concentra la información de registros de especies generada por múltiples instituciones, expertos nacionales y extranjeros que, de manera conjunta han generado una base de datos de la distribución histórica y reciente de flora y fauna presentes en México, dicha información también se encuentra

disponible en plataformas como la del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad–GBIF (por sus siglas en inglés), eBird (Laboratorio de Ornitología de Cornell), el Portal de Datos Abiertos UNAM (Colecciones Universitarias) o la plataforma de ciencia ciudadana Naturalista.

Cabe mencionar que, una vez generada, la base de datos fue depurada con la finalidad de obtener información precisa acerca de la riqueza de especies de cada clase taxonómica que, potencialmente se distribuyen en el Sistema Ambiental del proyecto.

Una vez determinada la distribución potencial de especies de cada una de las clases taxonómicas de interés para el presente estudio (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se procedió a llevar a cabo el trabajo de campo, mismo que consistió en el muestreo de fauna silvestre en los diferentes ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental, así como en el AI.

En los siguientes apartados se describe la metodología empleada en campo, así como los resultados obtenidos para cada grupo taxonómico.

4.3.2.2.2 Trabajos de campo para el registro de fauna

Derivado de la notable degradación ambiental dentro del Sistema Ambiental y AI, para el muestreo de los diferentes grupos de fauna (vertebrados silvestres), se implementaron muestreos dirigidos, para ello, previamente se identificaron en gabinete los sitios de interés. En lo que respecta al Sistema Ambiental del proyecto, dichos sitios corresponden a las áreas con mayor cobertura vegetal (ANP) o en su caso, aquellos sitios en los que la literatura publicada reporta una riqueza variable de fauna silvestre. Por otra parte, el AI corresponde principalmente a la estructura actual del entronque. Posteriormente, en función del grupo de estudio se implementaron recorridos a lo largo de transectos (anfibios, reptiles y mamíferos), así como puntos de muestreo (aves).

4.3.2.2.2.1 Técnicas para la búsqueda de fauna silvestre

Herpetofauna

Los anfibios y reptiles son importantes componentes de los ecosistemas. Recientemente, existe una creciente conciencia de que, al igual que ocurre con muchos otros taxones, la diversidad herpetológica está amenazada, y la creciente lista de poblaciones en declive sugiere una crisis mundial (Blaustein *et al.*, 1994).

Dada la importancia y vulnerabilidad de este grupo faunístico, se llevó a cabo la búsqueda exhaustiva de herpetofauna en el área de estudio (SA y AI). Para ello, se tomaron en cuenta las particularidades de comportamiento de ambos grupos. Al respecto, los anfibios pueden ser observados principalmente cuando se concentran en las áreas en las que se reproducen (cuerpos de agua y sitios húmedos en general), así como dentro de un horario crepuscular a nocturno. En cambio, los avistamientos de reptiles generalmente son diurnos y en áreas de mayor radiación solar. Por lo tanto, para no afectar la efectividad del muestreo, durante los recorridos se llevó a cabo la revisión de los cuerpos de agua, remoción de posibles refugios como rocas con oquedades, troncos secos, hojarasca, remoción de arbustos, entre otros.

Para la búsqueda y registro de herpetofauna, se requirió del siguiente equipo y materiales: libreta de campo, GPS, gancho herpetológico, cámara fotográfica, lámpara, guantes de nitrilo y carnaza, así como guías de campo especializadas (Powell *et al.*, 2016).

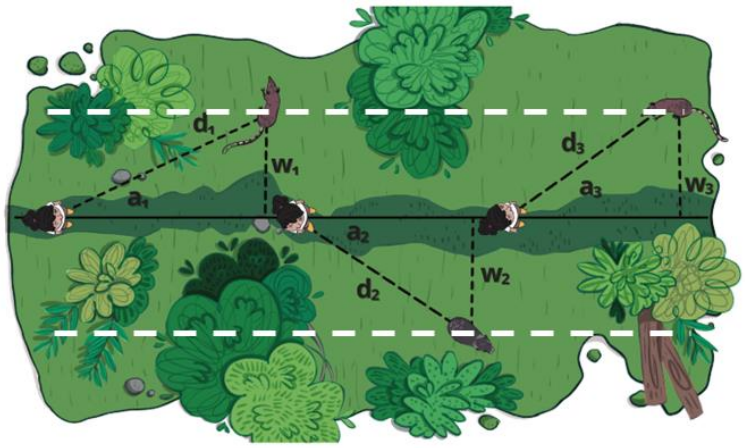


Figura 99. Representación gráfica del diseño de muestreo por encuentro visual sobre un transecto en banda. Tomado y modificado de Narváez y Zapata-Ríos (2020).

Tomando en cuenta las características particulares de cada grupo, se utilizó la técnica de inspección por encuentro visual (Crump y Scott, 1994; Angulo *et al.*, 2006; Figura 99) a lo largo de 18 transectos de longitud variable, con una anchura de 5 m, de los cuales, 13 se ubicaron en el Sistema Ambiental (Figura 100 y Tabla 35) y 5 en el AI (Figura 101 y Tabla 36).

Tabla 35. Transectos de muestreo para la búsqueda de herpetofauna dentro del Sistema Ambiental.

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
1	800649.28	2113210.49	800415.77	2113124.26	319	5	1595	0.16
2	799953.09	2114577.5	799918.67	2114174.98	406	5	2030	0.20
3	795547.88	2109340.13	795585.73	2109693.46	358	5	1790	0.18
4	795615.99	2111832.89	795880.54	2112134.08	402	5	2010	0.20
5	794605.62	2114148.78	794999.54	2113880.17	480	5	2400	0.24
6	790770.61	2109970.61	790830.28	2110290.04	332	5	1660	0.17
7	790587.01	2108192.27	790619.35	2108475.26	414	5	2070	0.21
8	787888.18	2110397.74	788193.16	2110215.29	357	5	1785	0.18
9	794281.39	2114408.11	2114408.11	2114657.13	414	5	2070	0.21
10	790188.29	2115536.35	789793.85	2115637.39	412	5	2060	0.21
11	796045.90	2113848.67	796304.85	2114170.46	413	5	2065	0.21
12	800478.97	2115583.09	2115583.09	2115663.06	230	5	1150	0.12
13	790278.96	2109880.52	790234.07	2109512.44	371	5	1855	0.19
						Total	**24540**	**2.45**

Tabla 36. Transectos de muestreo para la búsqueda de herpetofauna dentro del Área de Influencia.

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
1	794722.30	2112480.58	794392.40	2112246.52	443	5	2215	0.22
2	794789.19	2112544.82	794844.62	2112343.98	240	5	1200	0.12
3	794882.62	2112295.38	795131.75	795131.75	291	5	1455	0.15
4	795160.14	2112262.96	795029.59	2112523.64	306	5	1530	0.15
5	795047.52	2112610.77	794768.49	2112632.62	327	5	1635	0.16

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
						Total	8035	0.80



Figura 100. Ubicación de los transectos de muestreo en el Sistema Ambiental para la búsqueda de herpetofauna (anfibios y reptiles).



Figura 101. Ubicación de los transectos de muestreo dentro del Área de Influencia para la búsqueda de herpetofauna (anfibios y reptiles).

Ornitofauna

Para la elaboración del inventario de especies de la Clase Aves, se implementaron puntos de monitoreo al interior del Sistema Ambiental y en el AI. Cabe mencionar que, el registro de aves a partir los puntos de muestreo o monitoreo, es una de las técnicas más utilizadas para el estudio de la riqueza de especies de este grupo taxonómico.

El método consiste en establecer un sitio o punto de muestreo en el área de estudio, a partir del cual, un observador permanece un tiempo determinado, con la finalidad de contar e identificar las aves vistas y escuchadas; regularmente, este procedimiento se repite varias veces en lugares distintos con el objetivo de estimar el número de especies y su abundancia, así como sus asociaciones con el hábitat (Bibby *et al.*, 2000; Gregory *et al.*, 2004).

Para cada punto de muestreo se determinó un radio variable (Figura 102), dependiendo de la cobertura de vegetación, de tal forma que, en las zonas más conservadas se estableció un radio aproximado de 30 m; mientras que en zonas abiertas se determinó un radio aproximado de hasta 60 m. Asimismo, los monitoreos se realizaron durante las primeras horas del día (6:00 a 10:00 am), así como por la tarde (16:00 a 18:00 pm).

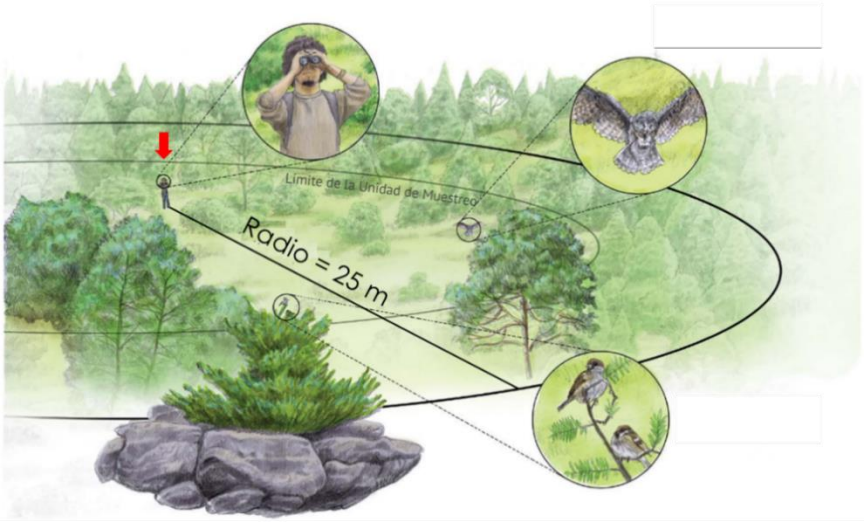


Figura 102. Ilustración que muestra un punto fijo para el muestreo de aves dentro de un radio de 25 m. Tomado y modificado de FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018).

Para el muestreo y registro de aves, se requirió del siguiente equipo y materiales: libreta de campo, GPS, binoculares, cámara fotográfica, así como guías de campo especializadas (Kaufman, 2005; Howell y Webb, 2012; Sibley, 2014).

Con base en lo antes descrito, se establecieron 21 sitios de muestreo de aves, 14 se ubicaron dentro del Sistema Ambiental y siete en el AI.

Las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de aves en el Sistema Ambiental (14; Figura 103) y AI (7; Figura 104) se muestran en la Tabla 37 y Figura 38. Asimismo, se indica la superficie de muestreo cubierta en cada punto y la superficie total por cada unidad de muestreo (SA y AI).

Tabla 37. Sitios de muestreo para el registro de ornitofauna dentro del Sistema Ambiental del proyecto.

Núm.	Coordenadas UTM		Radio (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
	X	Y			
1	794123	2112136	30	2827.44	0.28
2	795776	2113451	30	2827.44	0.28
3	794901	2113892	60	11309.76	1.13
4	794646	794646	50	7854	0.79
5	800507	2113275	40	5026.56	0.50
6	799961	2114437	60	11309.76	1.13
7	800703	2115669	30	2827.44	0.28
8	799487	2113135	60	11309.76	1.13
9	791327	2115747	60	11309.76	1.13
10	790088	2115969	60	11309.76	1.13
11	2115969	2110320	60	11309.76	1.13
12	2110320	2110044	40	5026.56	0.50
13	790721	2108396	40	5026.56	0.50
14	795586	2109540	60	11309.76	1.13
			Total	110584.32	11.06

Tabla 38. Sitios de muestreo para el registro de ornitofauna dentro del Área de Influencia del proyecto.

Núm.	Coordenadas UTM		Radio (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
	X	Y			
1	794802	2112547	30	2827.44	0.28
2	794826	2112293	50	7854	0.79
3	794423	2112179	50	7854	0.79
4	794945	2112351	50	7854	0.79
5	795034	2112499	50	7854	0.79
6	795153	2112230	50	7854	0.79
7	795048	2112272	50	7854	0.79
			Total	49951.44	4.995



Figura 103. Ubicación de los puntos de muestreo en el Sistema Ambiental para el registro de aves.



Figura 104. Ubicación de los puntos de muestreo en el AI y entronque para el registro de aves.

Mastofauna

Para el registro de las especies de mamíferos que se distribuyen en el área de estudio, se realizó la búsqueda exhaustiva sobre los transectos previamente establecidos para la búsqueda de anfibios y reptiles, con la finalidad de registrar cualquier avistamiento directo, así como rastros indirectos que indiquen la presencia de mamíferos en el área de estudio (madrigueras, restos óseos, excretas, huellas, pelo).

Asimismo, para la búsqueda, registro e identificación de especies de este grupo, se requirió del siguiente equipo y materiales: libreta de campo, GPS, cámara fotográfica, trampas tipo Sherman, Tomahawk, cámaras trampa, así como guías de campo especializadas (Aranda, 2012, Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006). Asimismo, con la finalidad de obtener el mayor número de registros de mamíferos, se implementaron actividades de búsqueda complementarias, mismas que consistieron en:

- La búsqueda exhaustiva para el registro de especies por medio de rastros indirectos y/o avistamientos directos.
- La colocación de trampas de captura.
- La colocación de cámaras trampa.

Búsqueda de mamíferos en los transectos de muestreo

Para el registro de mamíferos por medio de avistamientos y rastros indirectos (huellas, excretas, restos óseos), se llevaron a cabo recorridos a lo largo de 18 transectos previamente establecidos en el Sistema Ambiental (13) y AI (5) (Figura 105 y Figura 106); mismos que, dada la heterogeneidad del terreno cubrieron una superficie de muestreo variable (Tabla 39 y Tabla 40). Asimismo, dichos transectos también fueron empleados para la búsqueda de herpetofauna.



Figura 105. Ubicación de los transectos de muestreo en el Sistema Ambiental para el registro de mamíferos.



Figura 106. Ubicación de los transectos de muestreo en el Área de Influencia para el registro de mamíferos.

Tabla 39. Transectos de muestreo para la búsqueda de mamíferos dentro del Sistema Ambiental.

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
1	800649.28	2113210.49	800415.77	2113124.26	319	5	1595	0.16
2	799953.09	2114577.5	799918.67	2114174.98	406	5	2030	0.20
3	795547.88	2109340.13	795585.73	2109693.46	358	5	1790	0.18
4	795615.99	2111832.89	795880.54	2112134.08	402	5	2010	0.20
5	794605.62	2114148.78	794999.54	2113880.17	480	5	2400	0.24
6	790770.61	2109970.61	790830.28	2110290.04	332	5	1660	0.17
7	790587.01	2108192.27	790619.35	2108475.26	414	5	2070	0.21
8	787888.18	2110397.74	788193.16	2110215.29	357	5	1785	0.18
9	794281.39	2114408.11	2114408.11	2114657.13	414	5	2070	0.21
10	790188.29	2115536.35	789793.85	2115637.39	412	5	2060	0.21
11	796045.90	2113848.67	796304.85	2114170.46	413	5	2065	0.21
12	800478.97	2115583.09	2115583.09	2115663.06	230	5	1150	0.12
13	790278.96	2109880.52	790234.07	2109512.44	371	5	1855	0.19
						Total	**24540**	**2.45**

Tabla 40. Transectos de muestreo para la búsqueda de mamíferos dentro del AI.

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
1	794722.30	2112480.58	794392.40	2112246.52	443	5	2215	0.22
2	794789.19	2112544.82	794844.62	2112343.98	240	5	1200	0.12

Núm.	Coordenadas UTM Inicio X	Inicio Y	Final X	Final Y	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Superficie (ha)
3	794882.62	2112295.38	795131.75	795131.75	291	5	1455	0.15
4	795160.14	2112262.96	795029.59	2112523.64	306	5	1530	0.15
5	795047.52	2112610.77	794768.49	2112632.62	327	5	1635	0.16
						Total	**8035**	**0.80**

Colocación de trampas de captura

Asimismo, considerando que la mayor parte de especies de este grupo presentan mayor actividad durante la noche, se llevó a cabo la colocación de trampas tipo Sherman para la captura y registro de pequeños mamíferos, principalmente roedores; mientras que, para mamíferos de mayor tamaño, se llevó a cabo la colocación de trampas tipo Tomahawk.

Cabe resaltar que, debido al periodo de actividad de este grupo de organismos, en ambos casos las trampas fueron colocadas por la tarde, después de las 6 pm y, se revisaron en las primeras horas de la mañana siguiente (6 a 7 am). En ambos casos, se tomó registro y evidencia de las capturas y los organismos se liberaron en el mismo sitio. El procedimiento de colocación; se describe a continuación.

A) Sherman

Como se mencionó previamente, este tipo de trampas se colocan para la captura de pequeños mamíferos del orden Rodentia (roedores). Se trata de trampas de aluminio con una sola entrada. Durante los trabajos de campo se utilizaron seis trampas Sherman, las cuales, fueron colocadas cerca de refugios potenciales, con la finalidad de asegurar la captura de organismos. Previo a su colocación, se preparó un cebo como atrayente, el cual consistió en la mezcla de avena, crema de cacahuate y vainilla.

B) Tomahawk

Este tipo de trampas, son utilizadas para la captura de mamíferos medianos (de entre 2 a 5 kg), por ejemplo, Mapaches, Tlacuaches, Cacomixtles, entre otros. Para el muestreo, se utilizaron dos Tomahawk, las cuales se colocaron sobre los transectos de muestreo, de manera previa a su colocación, estas fueron cebadas previamente con una mezcla de huevo, sardina y manteca de cerdo y colocadas a lo largo de los transectos de muestreo.

Colocación de cámaras trampa

Por otra parte, y con la finalidad de obtener el mayor número de registros de mamíferos para el área de estudio, se establecieron siete estaciones de fototrampeo (Tabla 41), cuatro de ellas dentro del Sistema Ambiental (Figura 107) y tres en el Área de Influencia (Figura 108). Al respecto, se identificaron previamente sitios con rastros indirectos (posibles madrigueras, huellas y excretas), así como senderos utilizados por la fauna, en los cuales, se colocaron las cámaras para el registro fotográfico de mamíferos silvestres medianos y grandes.

Cabe resaltar que, el fototrampeo es una metodología no invasiva que permite obtener fotografías de los individuos que pasan frente a las cámaras, por lo que es considerada apropiada para la elaboración de inventarios y estimaciones de abundancia y densidad de especies de mamíferos medianos y grandes (Karanth & Nichols, 1998; Carbone *et al.*, 2002; Karanth *et al.*, 2004; Diaz-Pulido & Payán, 2011). Los resultados obtenidos mediante esta metodología son abundantes, relevantes y en periodos de tiempo relativamente cortos.

Tabla 41. Coordenadas UTM de las estaciones de fototrampeo para el registro de mamíferos silvestres en el área de estudio.

Estación	Coordenadas UTM		Superficie de muestreo	
	X	Y	SAR	AI
EF1	794883	2114190	•	
EF2	790810	2110169	•	
EF3	800417	2113123	•	
EF4	800593	2113205	•	
EF5	795025	2112319		•
EF6	794968	2112205		•
EF7	794833	2112657		•



Figura 107. Ubicación de las estaciones de fototrampeo en el Sistema Ambiental del proyecto.



Figura 108. Ubicación de las estaciones de fototrampeo en el Área de Influencia.

4.3.2.2.3 Revisión de especies de fauna de importancia

4.3.2.2.3.1 Especies endémicas y con categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Una vez elaborado el inventario de las especies de fauna registradas en campo, se procedió a verificar si, alguna de ellas presenta distribución restringida a México. De igual manera se revisó el estatus de las mismas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y así como en su Modificación del Anexo Normativo III (SEMARNAT, 2019).

4.3.2.2.3.2 Especies exóticas-invasoras en el área de estudio

Con el listado de especies de fauna registradas en campo, se verificó la distribución de cada especie, así como también, se cotejaron los registros obtenidos en campo con la Lista de especies exóticas publicada en el Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (DOF, 2016).

4.3.2.2.3.3 Especies de importancia comercial

A partir del listado de especies registradas en campo, se verificó su estatus de cada una de ellas dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, misma que es un Convenio internacional jurídicamente vinculante del que México forma parte desde 1991. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies.

4.3.2.2.4 Revisión de Áreas de importancia para la conservación de la fauna silvestre

A nivel global, la perdida y fragmentación del hábitat amenaza la biodiversidad e incrementa el riesgo de extinción de especies. Es por ello que, a través de la historia de la conservación se han propuesto

estrategias y herramientas que permiten identificar áreas prioritarias para la conservación de los recursos naturales y la vida silvestre en general.

En México dichas áreas corresponden en primer lugar a las ANP, así como a los corredores biológicos, regiones terrestres e hidrológicas prioritarias, AICAS, sitios RAMSAR, por mencionar algunos.

Al respecto, se realizó la superposición del polígono del Sistema Ambiental, con las capas de regionalización basadas en los componentes bióticos, mismas que están disponibles en el Portal de Geoinformación del SNIB (CONABIO, 2025). Lo anterior, permitió verificar la ubicación del Sistema Ambiental, con respecto a las Áreas Naturales Protegidas, así como a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Asimismo, se verificó que el SA del proyecto no recae dentro de sitios RAMSAR.

4.3.2.2.5 Análisis para estimar la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre

De manera previa a los análisis de riqueza y diversidad de especies, se llevó a cabo la evaluación del esfuerzo de muestreo, para ello, se generaron curvas de acumulación de especies para cada grupo faunístico.

4.3.2.2.5.1 Curvas de acumulación de especies (CAE)

Para tener una aproximación del número de especies que se pueden encontrar en el Sistema Ambiental y Área de Influencia del proyecto, se construyó una curva de acumulación de especies (Colwell y Coddington, 1994), a partir de los estimadores de riqueza no paramétricos ACE y Chao 1 que son usados cuando se tienen datos de abundancia.

Lo anterior, debido a que durante la elaboración de un inventario de especies a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada. Este es un grave problema, dado que la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de taxones acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar la estimación de riqueza obtenida. Aunado a ello, son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado.

Para la curva de acumulación de especies de cada grupo de fauna, se utilizaron los datos de abundancia de cada especie registrados en los transectos y puntos de muestreo, mismos que sirvieron para construir una matriz de datos en Excel. En las filas se colocaron cada una de las especies registradas en campo y, en las columnas se indicó el número de individuos contabilizados por especie en cada sitio de muestreo.

La matriz de datos fue analizada con el programa EstimateS Versión 9.1 (Colwell, 2013). Para graficar los resultados obtenidos, se emplearon los estimadores no paramétricos de riqueza de especies Chao 1 y ACE (Moreno y Halffter, 2000). Los estimadores de riqueza intentan predecir la asíntota de la curva de acumulación de especies, corrigiendo así la subestimación que ocurre cuando se considera solamente el número de especies observadas.

De igual manera, se incluyeron en la curva las líneas que representan a las especies registradas una única vez (*singletons*) y las especies registradas dos veces (*doubletons*) durante el trabajo de campo, debido a que, bajo el supuesto de las especies raras, mientras mayor sea el número de especies con solo uno o dos registros, mayor es el número de especies que falta por registrar en el área de estudio (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

4.3.2.2.5.2 Análisis de diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea. Existen diferentes métodos para poder estimar la diversidad dentro de una comunidad (alfa), pero en función de las variables biológicas que miden (riqueza y estructura), se pueden separar en dos grandes grupos (Moreno, 2001). En el caso del presente estudio, para evaluar la diversidad alfa en el SA y AI se tomó en cuenta la riqueza y estructura de ambas comunidades, utilizando los siguientes índices.

- Estimación de la riqueza

a) Índice de Margaleft

- Estimación de la diversidad con base en la estructura

a) Índices de abundancia proporcional

b) Índices de dominancia (Simpson)

c) Índices de equidad (Shannon-Wiener y Pielou)

A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo de cada uno los índices antes mencionados.

Estimación de la riqueza de especies

El índice de Margalef (D_{Mg}), determina la diversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra analizada. Combina el número de especies (S) y el número de individuos (N) (Magurran, 2004).

El índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = \sqrt[k]{N}$ donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S–1, en lugar de S, da $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

La fórmula para calcular el Índice de Margalef es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{ln(N)}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Para estimar la diversidad con base en la riqueza de especies y abundancia total de una comunidad, **los valores del índice de Margalef (D_{Mg}) inferiores a 2 denotan una baja riqueza de especies; por el contrario, valores superiores a 5 reflejan una riqueza de especies alta** (Mora-Donjuán *et al.*, 2017).

Estimación de la diversidad con base en la estructura (equidad)

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Con los datos de abundancia, se procedió a realizar el cálculo de la diversidad total de cada uno de los grupos de fauna silvestre registrados en campo, mediante el índice de Shannon-Wiener (S-W), el cual, se abrevia como **H'** y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

De este modo, el análisis de diversidad se realizó por separado con base en los datos obtenidos en campo (riqueza y abundancia) para cada grupo faunístico registrado en el área de estudio, construyendo así, una matriz de abundancia que fue analizada utilizando la fórmula:

$$H' = \sum pi(lnpi)$$

Donde:

pi= proporción de individuos de las especies i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i).

Por lo tanto, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001; Villarreal, 2004).

Para la interpretación de los valores de diversidad calculados a partir del índice de S-W (Tabla 42), se siguió la clasificación utilizada en publicaciones previas (Fernando, 1998; Baliton *et al.*, 2020; Abeyrathne *et al.*, 2024).

Tabla 42. Clasificación del índice de diversidad de Shannon (Baliton *et al.*, 2020).

Índice de S-W	Valor relativo
3.5 y más	Muy alta
3.00 – 3.49	Alta
2.50 – 2.99	Moderada
2.00 – 2.49	Baja
1.99 y menos	Muy baja

Índice de equidad de Pielou (J')

Una vez obtenido el índice de diversidad, también se reconoció el valor de equidad, utilizando el **índice de Pielou** que estima el valor de equidad en términos de abundancia, tomando como base las especies más representativas (dominantes) y raras (poco comunes).

La fórmula para calcular el Índice de Pielou es la siguiente:

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

Donde:

H' = el índice de S-W

Hmax = Diversidad máxima esperada y se obtiene calculando el ln (S)

S= Número total de especies registradas

Estimación de la diversidad con base en la estructura (dominancia)

Índice de dominancia de Simpson (D)

El índice de diversidad de Simpson (D), estima si una comunidad determinada está compuesta por especies muy abundantes, ya que suma las abundancias de cada una al cuadrado y así, les da importancia a los taxones con alto valor (Lamprecht, 1962).

Por lo tanto, el índice de Simpson es un índice de dominancia más que de diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno 2001); en este sentido, mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad.

$$D = \Sigma pi^2$$

Donde:

D= Índice de Simpson

pi= Abundancia relativa

El índice de Simpson (D) toma valores que van del 0 al 1, **tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa.** Por tal motivo, en una comunidad completamente equitativa, es decir, en la que cada una de sus especies tiene la misma abundancia, no habrá especies dominantes y por ello dicha comunidad tendrá una diversidad alta. En cambio, cuando la comunidad es menos equitativa, es decir una de sus especies es 10 veces más abundante que las demás, el valor de Simpson (D) será más alto y la diversidad disminuye.

4.3.2.3 Resultados

4.3.2.3.1 Fauna silvestre con distribución potencial en el Sistema Ambiental

Derivado de la revisión de estudios previos sobre la riqueza de especies de las diferentes clases de vertebrados terrestres (Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia) presentes en las superficies adyacentes, así como al interior del Sistema Ambiental del proyecto, fue posible determinar la probable ocurrencia de al menos 470 especies de vertebrados (Figura 109), de las cuales 348 (74.04 %) corresponden a la Clase Aves, seguida en orden de riqueza de especies por la Clases Reptilia (68; 14.47 %), Amphibia (27; 5.74 %) y Mammalia (27; 5.74 %). Cabe resaltar que, la mayor riqueza de aves, se debe a que gran parte del Sistema Ambiental del proyecto se encuentra inmerso dentro del AICA denominada Centro de Veracruz.

Asimismo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de los 470 taxones con distribución potencial en el Sistema Ambiental, 53 se encuentran bajo algún estatus de conservación. Esto es, 52 taxones sujetos a protección especial, 22 Amenazados y 10 en Peligro de extinción. Asimismo, 26 especies presentan algún grado de endemismo y 12 son especies exóticas-invasoras (Tabla 43). El listado completo se incluye en el ***Anexo 6 Listado de fauna de probable ocurrencia.***

Tabla 43. Número de especies fauna silvestre por cada Clase taxonómica con distribución potencial en el Sistema Ambiental. Pr= Sujeta a protección especial; A= Amenazada y P= En peligro de extinción.

Clase	Riqueza de especies	Composición porcentual (%)	NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr	A	P	Endemismos	Especies exóticas-invasoras
Amphibia	27	5.74	12*	0	0	5	1
Reptilia	68	14.47	13	10	2	7	4
Aves	348	74.04	26	11	7	13	7
Mammalia	27	5.74	1	1	1	1	0
Total	**470**	**100**	**52**	**22**	**10**	**26**	**12**

* Seis de las 12 especies de anfibios se encuentran bajo protección especial de acuerdo a una evaluación de CONABIO y grupos de trabajo *ad-hoc*, en los cuales se tomaron en cuenta estudios recientes sobre el estado de conservación de dichas especies.

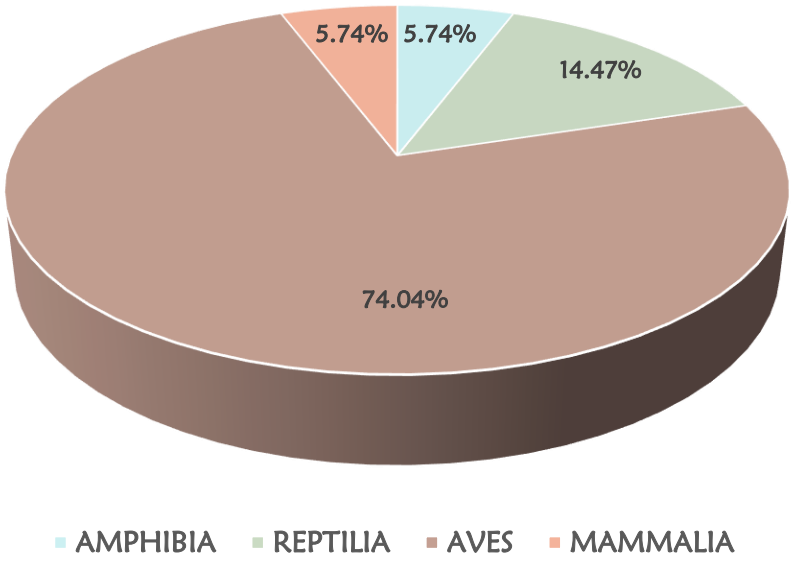


Figura 109. Composición porcentual de la riqueza de especies de cada una de las clases de vertebrados terrestres que se espera se distribuyan al interior del Sistema Ambiental del proyecto.

4.3.2.3.2 Especies de fauna registradas en campo

Derivado de los trabajos de muestreo en campo, se registraron 78 especies de fauna silvestre, de las cuales 67 (85.90 %) corresponden a la Clase Aves, seguida de las clases: Reptilia (6; 7.69%), Mammalia (3; 3.85 %) y Amphibia (2; 2.56 %) (Figura 110).

Por otra parte, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de los 78 taxones registrados en campo, **6 se encuentran bajo algún estatus de conservación. Esto es, 1 taxón Amenazado y 4 sujetos a protección especial**. Asimismo, una especie presenta distribución endémica y 5 son especies exóticas-invasoras (Tabla 44).

Tabla 44. Número de especies fauna silvestre por cada Clase taxonómica registrada en el Sistema Ambiental. Pr= Sujeta a protección especial; A= Amenazada y P= En peligro de extinción.

Clase	Riqueza de especies	Composición porcentual (%)	NOM-059-SEMARNAT-2010			Endemismos	Especies exóticas-invasoras
			Pr	A	P		
Amphibia	2	2.56	1	0	0	0	0
Reptilia	6	7.69	2	1	0	1	0
Aves	67	85.90	2	0	0	0	5
Mammalia	3	3.85	0	0	0	0	0
Total	**78**	**100**	**5**	**1**	**0**	**1**	**5**

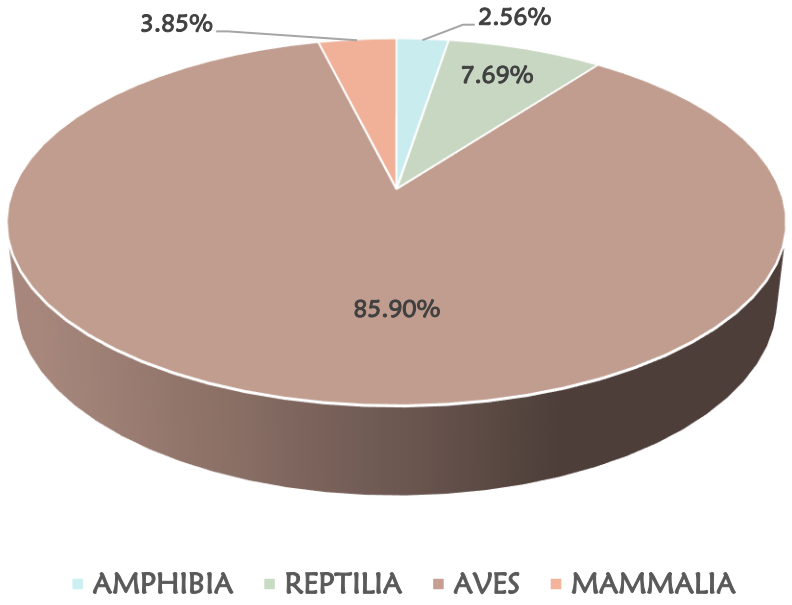


Figura 110. Composición porcentual de la riqueza de especies de cada una de las clases de vertebrados terrestres que se registraron en campo.

Con base en el listado de fauna silvestre con probable ocurrencia en el Sistema Ambiental, se estimó la distribución potencial de 470 especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos; ***Anexo 6 Listado de fauna de probable ocurrencia***). Sin embargo, la riqueza de especies observada en los muestreos de campo fue menor (78 taxones).

Si bien, el Sistema Ambiental del proyecto presenta una notable antropización, los sitios de muestreo se establecieron principalmente en las superficies que corresponden a los sitios que presentan una mayor cobertura vegetal incluyendo al ANP de carácter estatal, las cuales se ubican en los extremos del SA rodeando el valle donde se inserta el eje del proyecto. Por lo tanto, dichos sitios se caracterizaron por presentar una mayor altitud y vegetación nativa con diferentes grados de conservación.

Lo anterior, permitió obtener el mayor número de registros de especies de las diferentes clases taxonómicas. Por otra parte, el patrón de riqueza observada fue similar al reportado a partir del listado de probable ocurrencia, ya que, en ambos casos el grupo de las aves es el más diverso (Tabla 45).

Tabla 45. Tabla comparativa de la riqueza de especies observada en campo, con respecto a la diversidad esperada (listado de probable ocurrencia).

Núm.	Clase	Registros de campo		Probable ocurrencia	
		Riqueza observada	Porcentaje	Riqueza esperada	Porcentaje
1	Amphibia	2	2.56%	27	5.74%
2	Reptilia	6	7.69%	68	14.47%
3	Aves	67	85.90%	348	74.04%
4	Mammalia	3	3.85%	27	5.74%
Total		78	100%	470	100%

En la siguiente tabla, se muestran los registros totales de riqueza de especies observada en el SA y AI, esto para cada una de las clases taxonómicas de vertebrados.

Tabla 46. Número de especies de cada clase taxonómica, registradas en las diferentes superficies de muestreo.

Clase	SA	AI
Amphibia	2	0
Reptilia	5[2]	5
Aves	66[3]	35
Mammalia	3	2
Total	76	42

En la Tabla 47, se presenta el listado de las 78 especies de fauna silvestre registradas en campo; 76 de estas fueron observadas en el Sistema Ambiental y 42 en el AI (***ver Anexo 8 Reporte fotográfico de fauna silvestre***). Posteriormente, se desglosa la riqueza de especies observada para cada clase taxonómica, así como, el estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, o bien, si se trata de taxones con distribución restringida (endémicas).

2 Para la clase Reptilia, se registraron 6 especies en total; sin embargo, en el SA, solo se registraron 5 especies, esto debido a que *Boa imperator* solo se registró en el AI del Proyecto.

3 Para la clase Aves, se registraron 67 especies en total; sin embargo, dentro del SA, se registraron 66 especies, esto debido a que *Myiopsitta monachus* (especie exótica-invasora) solo se registró en el AI del proyecto.

Tabla 47. Especies de fauna silvestre (vertebrados terrestres) registradas en el Sistema Ambiental y AI del proyecto. 1) Residencia, MI= Migratoria en invierno, MV= Migratoria en verano, R=Residente, T= Transeúnte; 2) NOM-059-SEMARNAT-2010, A= Amenazada, Pr= Sujeta a protección especial y SC= Sin categoría; 3) IUCN, LC= Preocupación menor y NT= Casi amenazada.

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación			SA	AI
								NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (APÉNDICE)		
CLASE AMPHIBIA												
1	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero		Nativa	-	SC	LC	NA	•	
2	Anura	Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo Boca Angosta Huasteco		Nativa	-	Pr	LC	NA	•	
CLASE REPTILIA												
3	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado		Nativa		SC	LC	NA	•	
4	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo		Nativa	-	Pr	LC	II	•	•
5	Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde		Nativa	-	Pr	LC	II	•	•
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
7	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano		Nativa	Endémica	SC	LC	NA	•	•
8	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata		Nativa	-	A	LC	II		•
CLASE AVES												
9	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	SC	LC	III	•	•
10	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	R	Nativa	-	SC	NT	I	•	
11	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	R	Nativa		SC	LC	III	•	
12	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	R, MI	Nativa	-	Pr	LC	NA	•	
13	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-invasora	-	SC	LC	NA	•	•
14	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
15	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
16	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
17	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	R	Exótica-invasora	-	SC	LC	NA	•	•
18	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
19	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
20	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación				
								NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (APÉNDICE)	SA	AI
21	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
22	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
23	Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
24	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallereta Americana	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
25	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana *	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
26	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta Americana	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
27	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
28	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
29	Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	R	Nativa	-	SC	LC	III	•	
30	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
31	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
32	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
33	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán Orejudo	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
34	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
35	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano Café	R, MI	Nativa		SC	LC	NA	•	
36	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	R	Exótica-invasora	-	SC	LC	NA	•	•
37	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
38	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
39	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta Dedos Dorados	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
40	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
41	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
42	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
43	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	R	Nativa	-	SC	LC	II	•	
44	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
45	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
46	Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación				
								NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (APÉNDICE)	SA	AI
47	Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	R	Exótica-invasora	-	SC	LC	II		•
48	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
49	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
50	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
51	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	MI. MV, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
52	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
53	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
54	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
55	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
56	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	MV, MI, R, T	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
57	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
58	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
59	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
60	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	MI, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
61	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
62	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-invasora	-	SC	LC	NA	•	•
63	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
64	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	R, MI	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
65	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
66	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
67	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
68	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	R, MV	Nativa	-	SC	LC	NA	•	
69	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
70	Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	R	Nativa	-	Pr	LC	NA	•	
71	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	MI, MV, T, R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Residencia (Aves)	Distribución	Grado de endemismo	Estatus de conservación				
								NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (APÉNDICE)	SA	AI
72	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
73	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
74	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
75	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	R	Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
CLASE MAMMALIA												
76	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa	-	SC	LC	NA	•	•
77	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa	-	SC	LC	NA	•	
78	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		Nativa	-	SC	LC	NA	•	•

A continuación, se describen los resultados obtenidos durante la implementación de recorridos sobre los transectos, así como de los puntos de muestreo para la búsqueda de fauna silvestre en el Sistema Ambiental y en el Área de Influencia del proyecto.

Herpetofauna

El esfuerzo de muestreo implementado en campo para la búsqueda y registro de anfibios y reptiles, consistió en la implementación de recorridos a lo largo de 18 transectos, 13 de ellos ubicados en el SA y cinco en el AI.

Dadas las condiciones de seguridad en el área de estudio, los trabajos de muestreo se llevaron a cabo durante seis días (agosto de 2025). Los recorridos fueron implementados por dos especialistas en fauna, en un horario de 7:00 a 10:00 h y de 16:00 a 18:00 h, para un esfuerzo diario de 5 horas/hombre y, 30 horas/hombre durante los seis días de trabajo de campo (Tabla 48). Por lo tanto, dado que fueron dos especialistas quienes llevaron a cabo el muestreo, el número de horas totales utilizadas en el estudio fue de 60 h.

Tabla 48. Esfuerzo de muestreo implementado en el estudio para la búsqueda y registro de herpetofauna.

Horario de muestreo	Esfuerzo diario	Muestreo por visita (horas)
7:00 a 10:00	3 horas/hombre	18
16:00 a 18:00	2 horas/hombre	12
Total (horas)	5 horas/hombre	30 horas/hombre

Los registros obtenidos corresponden a dos especies de anfibios y seis de reptiles, cabe mencionar que, para determinar si alguna de las especies registradas en el área de estudio se encuentra en riesgo, se utilizaron tres indicadores: su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), de igual forma para cada especie se verificó su estatus dentro del acuerdo internacional denominado, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Al respecto, de las ocho especies de herpetofauna registradas, solo una presenta distribución endémica a México; asimismo, un taxón se encuentra bajo el estatus de Amenazada (A) y tres están Sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 49).

Tabla 49. Especies de herpetofauna registradas durante los muestreos de campo. A= Amenazada, Pr= Sujeta a protección especial, SC= Sin categoría; LC= Preocupación menor; NA= No aplica

Núm.	Orden	Familia	Nombre cientffico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES
CLASE AMPHIBIA								
1	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero	Nativa	SC	LC	NA
2	Anura	Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo Boca Angosta Huasteco	Nativa	Pr	LC	NA
CLASE REPTILIA								
3	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	Nativa	SC	LC	NA

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES
4	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Nativa	Pr	LC	II
5	Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Nativa	Pr	LC	II
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado	Nativa	SC	LC	NA
7	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche Mexicano	Nativa/ Endémica	SC	LC	NA
8	Squamata	Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	Nativa	A	LC	II

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la especie *Boa imperator* (Mazacuata), no se registró dentro del Sistema Ambiental, únicamente se obtuvo el registro de un ejemplar atropellado de aproximadamente 40 cm (longitud total; Figura 111), dentro del Área de Influencia del proyecto, particularmente, sobre la Carretera Federal 180 (tramo Veracruz – Coatzacoalcos) en las coordenadas UTM (Zona 14 N Datum WGS84) **795156.63 N y 2112264.07 Y**. Si bien, dicha especie se encuentra en la categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se trata de una especie exclusiva del Área de Influencia del proyecto, ya que se llevó a cabo la consulta de bases de datos de ocurrencia de dicha especie en el Sistema Ambiental, mismos que se encuentran disponibles en las plataformas del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (CONABIO, 2025), así como en el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad-GBIF (GBIF, 2025). Derivado de la consulta antes mencionada, se generó la cartografía correspondiente que ilustra los registros de *Boa imperator* dentro del SA del proyecto (Figura 112).



Figura 111. **Registro de un ejemplar juvenil de la especie *Boa imperator* (Mazacuata) en el Área de Influencia. Especie Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

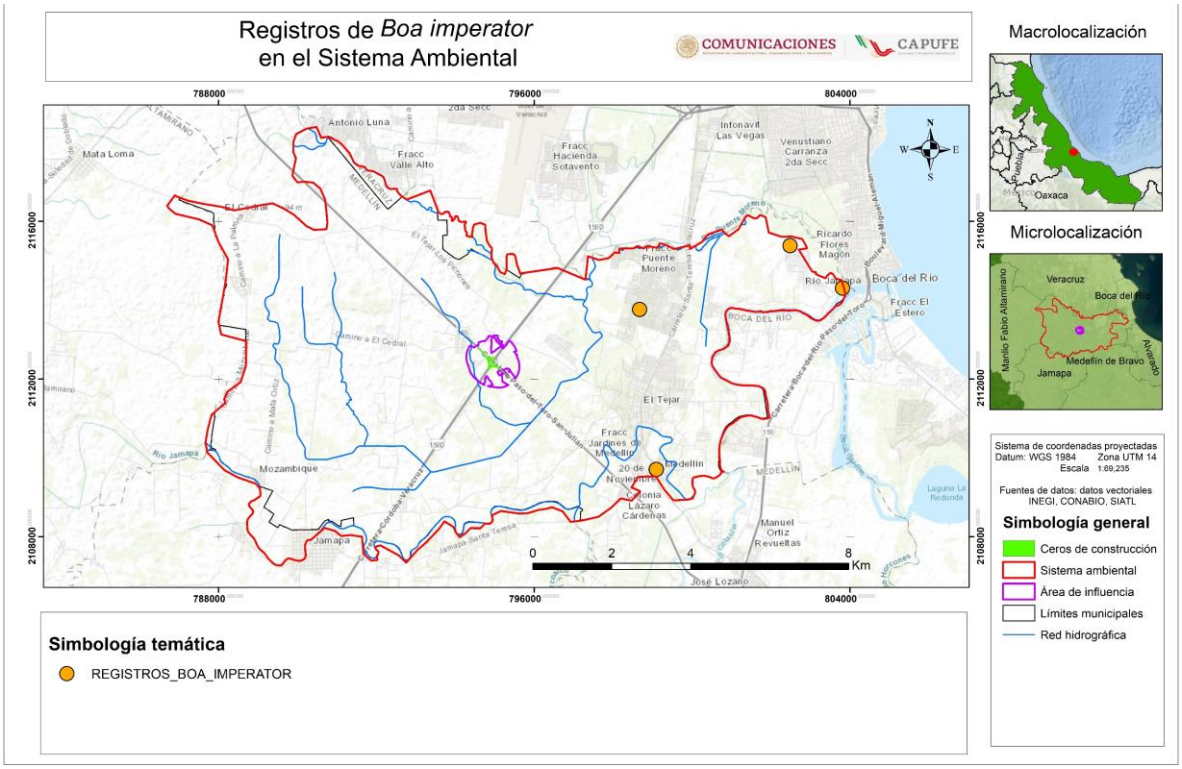


Figura 112. Registros de *Boa imperator* (Mazacuata) dentro del SA del proyecto (CONABIO, 2025; GBIF, 2025).

Registros totales por especie de las Clases Amphibia y Reptilia

Si bien, se registraron 145 individuos de ocho especies de herpetofauna, la abundancia de cada taxón fue variable, tanto en el SA como en el AI del proyecto. Al respecto, la abundancia absoluta registrada de cada taxon se menciona a continuación.

Tabla 50. Abundancia absoluta y registros totales de cada una de las especies de herpetofauna.

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia SA	Abundancia AI	Registros totales
Clase Amphibia					
1	*Incilius valliceps*	Sapo Costero	6	0	6
2	*Hypopachus ustus*	Sapo Boca Angosta Huasteco	1	0	1
		Abundancia total	**7**	**0**	**7**
Clase Reptilia					
3	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	2	0	2
4	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	17	2	19
5	*Iguana iguana*	Iguana Verde	4	1	5
6	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre Rosado	39	8	47
7	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche Mexicano	52	12	64
8	*Boa imperator*	Mazacuata	0	1	1
		Abundancia total	**114**	**24**	**138**

En las siguientes figuras, se muestran algunos de los registros de las especies de herpetofauna observadas en el área de estudio.



Figura 113. Registro de las especies *Incilius valliceps* (Sapo Costero) e *Hypopachus ustus* (Sapo Boca Ancha Huasteco; Pr) dentro del Sistema Ambiental del proyecto.



Figura 114. Registro de las especies *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo; Pr) e *Iguana iguana* (Iguana Verde; Pr) en el AI del proyecto.



Figura 115. Registro de *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche Mexicano) en el SA y AI del proyecto.



Figura 116. Registro de Sceloporus variabilis (Lagartija Espinosa Vientre Rosado) en el SA y AI del proyecto.

Ornitofauna

En lo que respecta al esfuerzo de muestreo implementado en campo para el registro de aves, este consistió en establecer puntos de muestreo de superficie variable, la cual se determinó en función de la cobertura vegetal. Al respecto, se llevó a cabo una visita de campo, con una duración de seis días. Los monitoreos fueron implementados por un especialista en ornitofauna, en un horario de 6:00 a 10:00 h y de 16:00 a 18:00 h, para un esfuerzo diario de 6 horas/hombre y 36 horas/hombre durante todo el estudio (Tabla 51).

Tabla 51. Esfuerzo de muestreo implementado en el estudio para la búsqueda y registro de aves.

Horario de muestreo	Esfuerzo diario	Muestreo por visita (horas)
6:00 a 10:00	4 horas/hombre	24
16:00 a 18:00	2 horas/hombre	12
Total (horas)	6 horas/hombre	36 horas/hombre

Derivado del monitoreo en los 21 puntos de muestreo, 14 de ellos ubicados en el SA y 7 en el AI del proyecto, se registraron 67 especies de aves (***ver Anexo 7 Listado de fauna registrada en campo***; Tabla 47); mismos que, corresponden a 15 órdenes taxonómicos (Tabla 52; Figura 117 y Figura 118), de los cuales, el más diverso con 28 especies (41.79 %) fue el orden Passeriformes, seguido por los órdenes Columbiformes (8 especies; 11.94 %), Charadriiformes (7 especies; 10.45 %) y Pelecaniformes (6 especies; 8.96 %).

Tabla 52. Número de familias, géneros y especies de la Clase Aves registradas por orden taxonómico.

Núm.	Orden	Familias	Géneros	Especies	Composición porcentual
1	Accipitriformes	1	1	1	1.49%
2	Anseriformes	1	1	1	1.49%
3	Cathartiformes	1	2	2	2.99%
4	Charadriiformes	4	7	7	10.45%
5	Columbiformes	1	6	8	11.94%
6	Cuculiformes	1	2	2	2.99%
7	Galliformes	2	2	2	2.99%
8	Gruiformes	1	2	2	2.99%

Núm.	Orden	Familias	Géneros	Especies	Composición porcentual
9	Passeriformes	12	28	28	41.79%
10	Pelecaniformes	2	5	6	8.96%
11	Piciformes	1	2	2	2.99%
12	Podicipediformes	1	1	1	1.49%
13	Psittaciformes	1	1	1	1.49%
14	Suliformes	1	2	3	4.48%
15	Trogoniformes	1	1	1	1.49%
	Total	**34**	**63**	**67**	**100%**

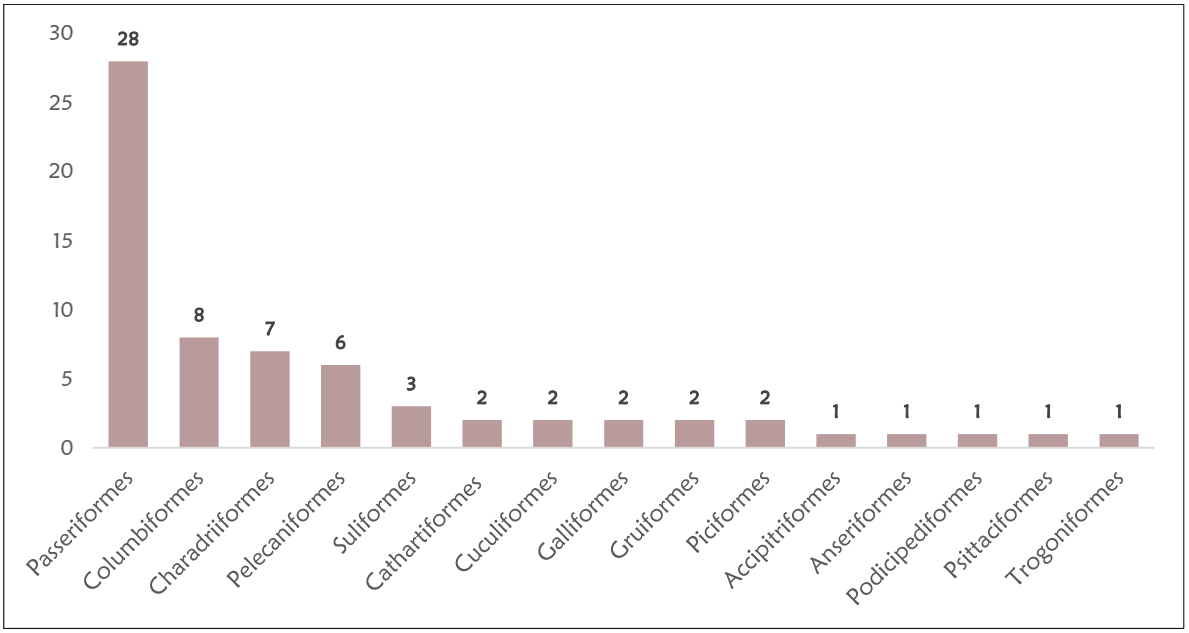


Figura 117. Número de especies de aves registradas por cada grupo taxonómico en el área de estudio.

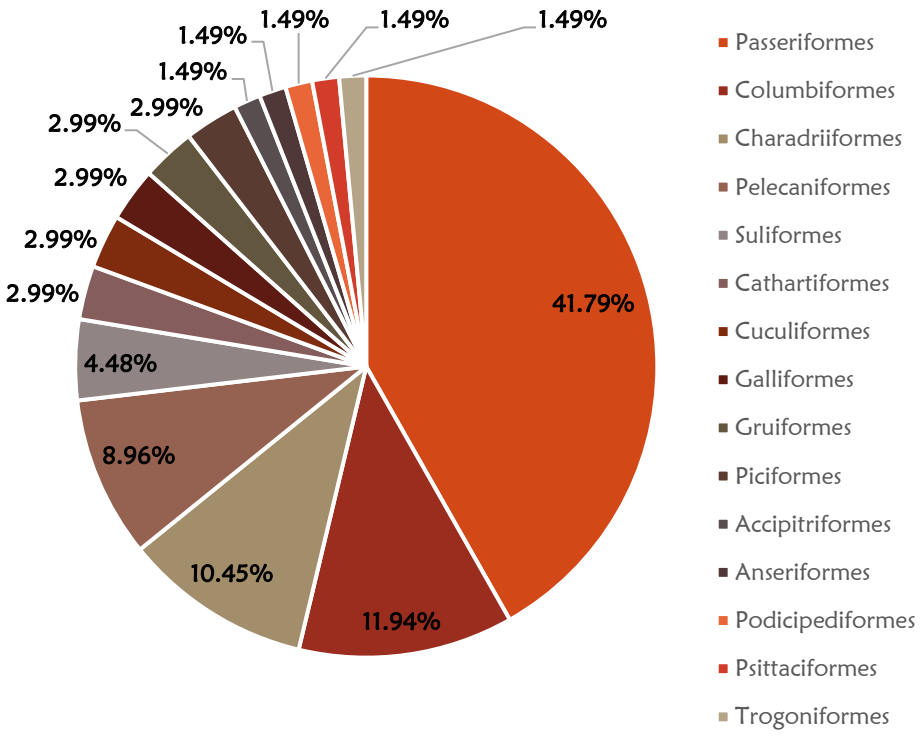


Figura 118. Composición porcentual de los órdenes de aves presentes en el área de estudio.

Por otra parte, de las 67 especies de aves registradas en campo, se verificó su estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Si bien, solo se registraron dos especies de aves en dicha Norma, ambas sujetas a protección especial; también se registró una especie con la categoría de Casi amenazada globalmente (NT, IUCN) y, seis son de importancia comercial con base en la CITES. De igual manera, ninguna de las especies de aves registradas en campo presenta algún grado de endemismo (distribución restringida).

Tabla 53. Especies de la Clase Aves registradas en campo con algún grado de riesgo. A=Amenazada, Pr= Sujeta a protección especial, SC= Sin Categoría; LC= Preocupación Menor.

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (Apéndice)
1	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	Nativa	SC	LC	III
2	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	Nativa	SC	NT	I
3	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	Nativa	SC	LC	III
4	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Nativa	Pr	LC	NA
5	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	Exótica-invasora	SC	LC	NA
6	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	Nativa	SC	LC	NA
7	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	Nativa	SC	LC	NA

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (Apéndice)
8	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	Nativa	SC	LC	NA
9	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	Exótica-invasora	SC	LC	NA
10	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	Nativa	SC	LC	NA
11	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nativa	SC	LC	NA
12	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Nativa	SC	LC	NA
13	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	Nativa	SC	LC	NA
14	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	Nativa	SC	LC	NA
15	Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	Nativa	SC	LC	NA
16	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallereta Americana	Nativa	SC	LC	NA
17	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana *	Nativa	SC	LC	NA
18	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta Americana	Nativa	SC	LC	NA
19	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	Nativa	SC	LC	NA
20	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	Nativa	SC	LC	NA
21	Charadriiformes	Burhinidae	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	Nativa	SC	LC	III
22	Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	Nativa	SC	LC	NA
23	Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	Nativa	SC	LC	NA
24	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	Nativa	SC	LC	NA
25	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán Orejudo	Nativa	SC	LC	NA
26	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	Nativa	SC	LC	NA
27	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano Café	Nativa	SC	LC	NA
28	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	Exótica-invasora	SC	LC	NA
29	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	Nativa	SC	LC	NA
30	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	Nativa	SC	LC	NA
31	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta Dedos Dorados	Nativa	SC	LC	NA
32	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	Nativa	SC	LC	NA
33	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	Nativa	SC	LC	NA
34	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	Nativa	SC	LC	NA

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (Apéndice)
35	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	Nativa	SC	LC	II
36	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	Nativa	SC	LC	NA
37	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	Nativa	SC	LC	NA
38	Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	Nativa	SC	LC	NA
39	Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	Exótica-invasora	SC	LC	II
40	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	Nativa	SC	LC	NA
41	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	Nativa	SC	LC	NA
42	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	Nativa	SC	LC	NA
43	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Garganta Blanca	Nativa	SC	LC	NA
44	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	Nativa	SC	LC	NA
45	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	Nativa	SC	LC	NA
46	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	Nativa	SC	LC	NA
47	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	Nativa	SC	LC	NA
48	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	Nativa	SC	LC	NA
49	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	Nativa	SC	LC	NA
50	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	Nativa	SC	LC	NA
51	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	Nativa	SC	LC	NA
52	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	Nativa	SC	LC	NA
53	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	Nativa	SC	LC	NA
54	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica-invasora	SC	LC	NA
55	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	Nativa	SC	LC	NA
56	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	Nativa	SC	LC	NA
57	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	Nativa	SC	LC	NA
58	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	Nativa	SC	LC	NA
59	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	SC	LC	NA
60	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	Nativa	SC	LC	NA
61	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	Nativa	SC	LC	NA

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES (Apéndice)
62	Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	Nativa	Pr	LC	NA
63	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	Nativa	SC	LC	NA
64	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	Nativa	SC	LC	NA
65	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	Nativa	SC	LC	NA
66	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	Nativa	SC	LC	NA
67	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	Nativa	SC	LC	NA

Registros totales por especie de la Clase Aves

Derivado de los trabajos de muestreo tanto en el Sistema Ambiental como en el Área de Influencia, se registró un total de 838 individuos de 67 especies de la Clase Aves. Al respecto, los taxones más abundantes corresponden a: *Quiscalus mexicanus* (Zanate Mayor; 101 individuos), *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy; 72), *Columbina inca* (Tórtola Cola Larga; 50), *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada; 45), *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo; 45) y *Tyrannus melancholicus* (Tirano Pirirí; 44).

En la siguiente tabla se hace mención del número total de individuos contabilizados para cada una de las 67 especies registradas en el SA y AI, así como el número de registros totales por especie.

Tabla 54. Número de registros por especie de la Clase Aves en el Sistema Ambiental y en el Área de Influencia del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia SA	Abundancia AI	Registros totales
1	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	4	1	5
2	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	3	0	3
3	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	4	0	4
4	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	3	0	3
5	*Columba livia*	Paloma Doméstica	16	5	21
6	*Columbina inca*	Tórtola Cola Larga	36	14	50
7	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	9	1	10
8	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	33	12	45
9	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	15	5	20
10	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	4	1	5
11	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	1	0	1
12	*Zenaida macroura*	Huilota Común	2	0	2

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia SA	Abundancia AI	Registros totales
13	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	3	3	6
14	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	51	21	72
15	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	2	0	2
16	*Fulica americana*	Gallereta Americana	3	0	3
17	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana *	9	0	9
18	*Recurvirostra americana*	Avoceta Americana	1	0	1
19	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	6	0	6
20	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	1	0	1
21	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	16	0	16
22	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	4	0	4
23	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	5	0	5
24	*Nannopterum brasilianus*	Cormorán Neotropical	4	1	5
25	*Nannopterum auritum*	Cormorán Orejudo	9	0	9
26	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	6	0	6
27	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano Café	2	0	2
28	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	5	6	11
29	*Ardea alba*	Garza Blanca	2	1	3
30	*Butorides virescens*	Garceta Verde	7	3	10
31	*Egretta thula*	Garceta Dedos Dorados	2	0	2
32	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	1	0	1
33	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	11	11	22
34	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	8	3	11
35	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	6	0	6
36	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	1	0	1
37	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	10	11	21
38	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	1	0	1
39	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	0	6	6
40	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	4	3	7
41	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	2	0	2
42	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	1	0	1
43	*Empidonax minimus*	Papamoscas Garganta Blanca	1	0	1
44	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	17	7	24
45	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	26	19	45

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia SA	Abundancia AI	Registros totales
46	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	5	2	7
47	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	23	21	44
48	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	13	0	13
49	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	5	4	9
50	*Campylorhynchus zonatus*	Matraca Tropical	3	1	4
51	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	7	2	9
52	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	1	0	1
53	*Turdus grayi*	Mirlo Café	12	6	18
54	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	13	11	24
55	*Spinus psaltria*	Jilguero Dominico	4	2	6
56	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	16	0	16
57	*Dives dives*	Tordo Cantor	11	9	20
58	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	1	0	1
59	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	5	3	8
60	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	5	0	5
61	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	50	51	101
62	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	2	0	2
63	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	2	0	2
64	*Thraupis episcopus*	Tángara Azulgrís	1	5	6
65	*Saltator grandis*	Saltator Gris Mesoamericano	10	8	18
66	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	16	8	24
67	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	5	4	9
		Abundancia total	**567**	**271**	**838**

Cabe resaltar que, de las 67 especies de aves registradas en campo, una de ellas (*Myiopsitta monachus;* Perico Monje Argentino), solo se registró en el AI, particularmente en la superficie adyacente a la gaza 1 del proyecto. Dicha especie es exótica-invasora en México, ya que su distribución de origen corresponde a Sudamérica. Los primeros registros de esta especie en libertad en nuestro país datan de 1995 en el estado de México, para el 2016 se tenía registro de su presencia en 21 entidades, siendo la zona metropolitana de la Ciudad de México, quien presenta la mayor población reproductiva en el país (Ramírez-Bastida *et al.*, 2017). La problemática de esta especie radica en su capacidad de invasión y que en vida silvestre presentan un comportamiento agresivo sobre las especies de aves nativas, así como la transmisión de patógenos a especies silvestres, daños a la vegetación debido a la reducción de follaje para la construcción de nidos comunales, llegando a formar colonias con más de un nido en un mismo árbol (Ramírez-Bastida *et al.*, 2017). Al respecto, si bien no se registró dicha especie en el Sistema Ambiental, no se descarta su presencia, ya que, de acuerdo con el portal enciclovida.mx (CONABIO, 2025), el Perico Monje Argentino se ha registrado principalmente en los asentamientos humanos cercanos al proyecto y que también forman parte del Sistema Ambiental, así como en superficies adyacentes a este (Figura 119).

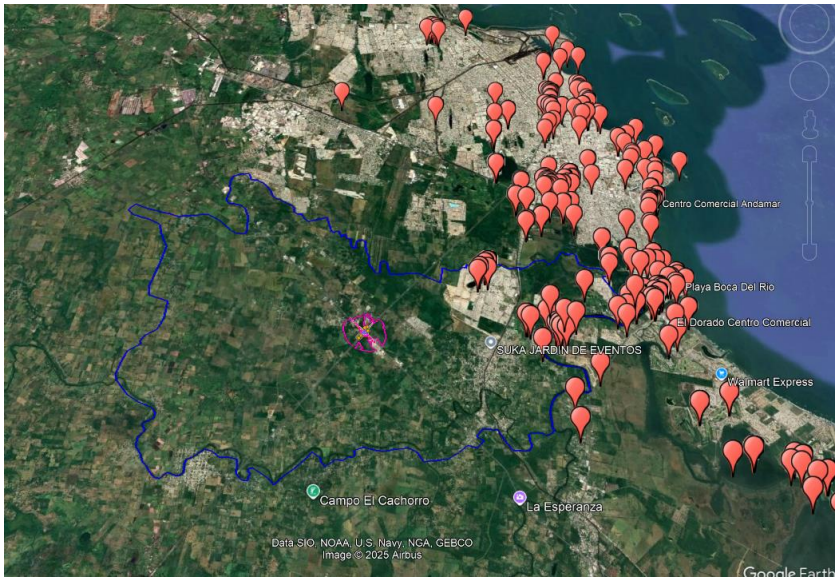


Figura 119. Registros de la especie exótica-invasora *Myiopsitta monachus* (Perico Monje Argentino) en el Sistema Ambiental y superficies adyacentes a este (CONABIO, 2025).

Asimismo, dada la naturaleza del proyecto, se implementarán trabajos de ahuyentamiento dirigidos al grupo de las aves, así como la remoción de nidos inactivos, esto de manera previa al inicio de los trabajos (durante la etapa de preparación del sitio). Posteriormente, se dará continuidad a dichas acciones durante todo el proceso constructivo (ver Capítulo 6) esto con la finalidad de prevenir posibles afectaciones a la ornitofauna nativa del sitio. Asimismo, en caso de identificar nidos activos, los árboles deberán ser marcados y únicamente podrán ser derribados cuando las crías hayan dejado el nido.

En la siguiente figura se muestran algunos registros fotográficos de las especies de aves observadas en el área de estudio.

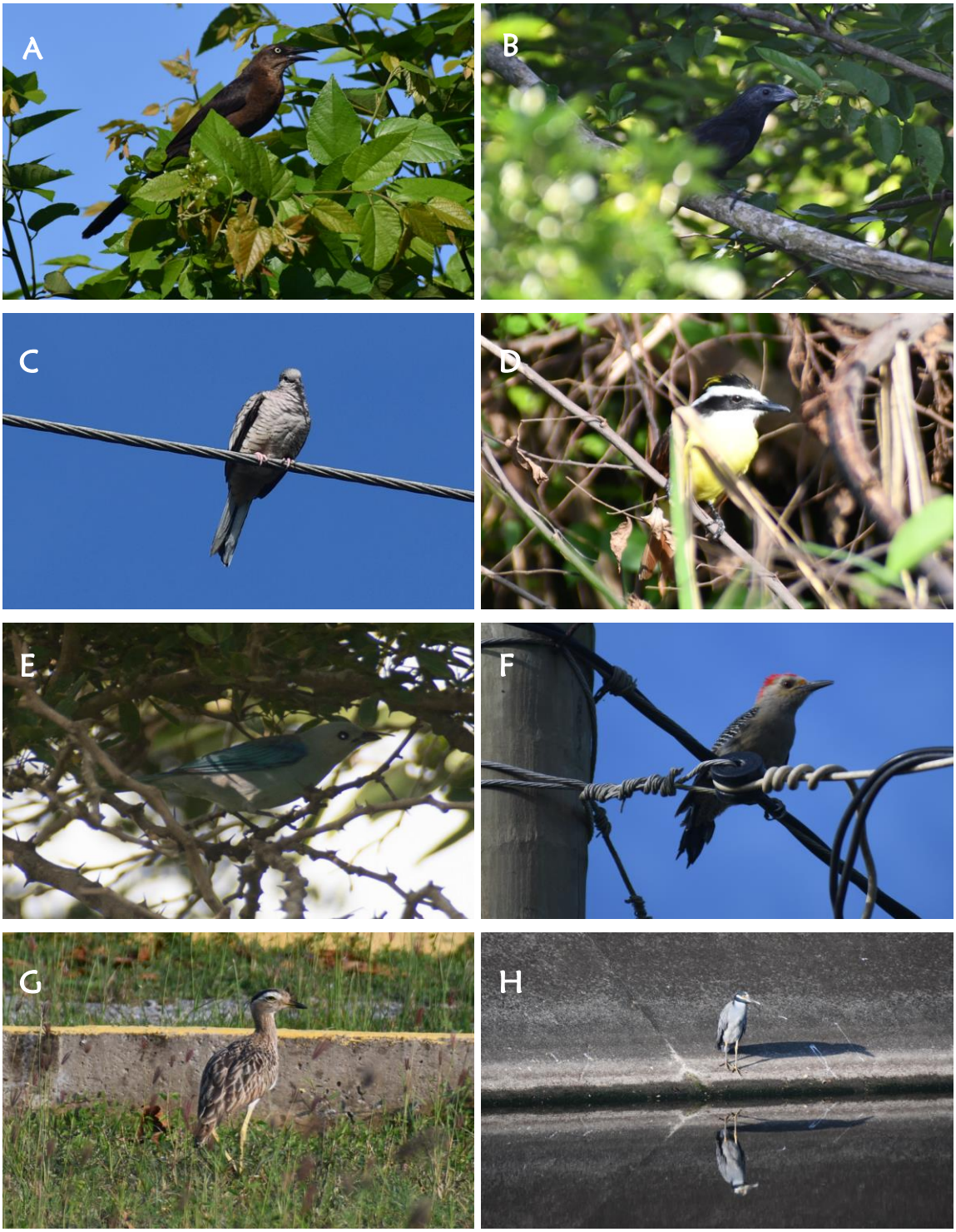


Figura 120. Registros de: A) *Quiscalus mexicanus*, B) *Crotophaga sulcirostris*, C) *Columbina inca*, D) *Pitangus sulphuratus*, E) *Thraupis episcopus*, F) *Melanerpes aurifrons*, G) *Hesperoburhinus bistriatus* y H) *Nyctanassa violacea*.

Mastofauna

Como se mencionó previamente, durante la búsqueda y registro de mamíferos se implementaron: recorridos para la localización de organismos por medio de rastros indirectos y avistamientos, así como la colocación trampas de captura (Sherman y Tomahawk) y, la instalación de cámaras trampa para el fototrampeo.

Con base en lo antes descrito, el esfuerzo de muestreo fue variable dependiendo de la metodología utilizada. Para la búsqueda y registro de mamíferos silvestres, se llevó a cabo una visita de campo con una duración de seis días.

Los recorridos a lo largo de los transectos fueron implementados por un especialista en mastofauna, en un horario de 7:00 a 10:00 h y de 16:00 a 18:00 h; de tal forma que, mediante esta metodología se implementó un esfuerzo diario de 5 horas/hombre. Asimismo, durante la visita de campo se implementó un esfuerzo de 30 horas/hombre.

En cuanto a la colocación de trampas Sherman (8) y Tomahawk (1), el esfuerzo de muestreo se calculó a partir del número de trampas multiplicado por las noches totales. De tal forma que, el esfuerzo implementado fue de 9 trampas/5 noches. Finalmente, el esfuerzo de muestreo por medio de fototrampeo se calculó a partir del número de cámaras trampa (7) colocadas por el número de días que quedaron activas.

Tabla 55. Esfuerzo de muestreo implementado para la búsqueda y registro de mastofauna.

Tipo de muestreo	Horario	Esfuerzo de muestreo	Esfuerzo durante todo el estudio
Recorridos	7:00 a 10:00 y 16:00 a 18:00	5 horas/hombre	30 horas/hombre
Trampas de captura	-	9 trampas/noche	9 trampas/5 noches
Fototrampeo	-	7 cámaras/día	7 cámaras/6 días

Derivado de las acciones de búsqueda para el registro de rastros indirectos, así como de avistamientos directos de mamíferos en los 13 transectos ubicados en el SA y cinco en el AI, se registraron tres especies (Tabla 56). Las cuales, pertenecen a tres órdenes taxonómicos y tres familias. Cabe mencionar que, respecto a los indicadores de riesgo, ninguna de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna de las categorías de riesgo contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cabe mencionar que, el registro de mamíferos fue efectivo mediante la implementación de las tres técnicas previamente mencionadas en la metodología (búsqueda de rastros indirectos), trampeo y colocación de cámaras trampa.

Tabla 56. Especies de mamíferos registradas en el área de estudio. SC= Sin categoría, LC= Preocupación Menor, NA= No aplica.

Núm.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES
1	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	Nativa	SC	LC	NA
2	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	SC	LC	NA
3	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nativa	SC	LC	NA

Registros totales por especie de la Clase Mammalia

Derivado de las diferentes metodologías implementadas para el muestreo de mamíferos silvestres en el SA y AI del proyecto, se obtuvieron 20 registros de tres especies, la abundancia de cada taxón fue variable en cada uno de los sitios, así como entre especies, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 57. Abundancia absoluta y registros totales de cada una de las especies de mastofauna.

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia SA	Abundancia AI	Registros totales
1	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	10	3	13
2	*Canis latrans*	Coyote	1	0	1
3	*Procyon lotor*	Mapache	4	2	6
		Total	**15**	**5**	**20**

A continuación, se muestran algunos de los registros fotográficos de los individuos y/o rastros observados durante los trabajos de campo en el área de estudio.



Figura 121. Registros de A-B) *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño), C-D) *Procyon lotor* (Mapache), mediante rastros indirectos (huellas) en el área de estudio.



Figura 122. Registro de *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño) mediante captura en el SA del proyecto.



Figura 123. Registro de *Procyon lotor* (Mapache; izquierda) y *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño; derecha) mediante colocación de cámaras trampa.

Con base en los resultados antes descritos, se pudo determinar que cada una de las Clases taxonómicas, presentaron una riqueza y abundancia variables para el área bajo estudio, las cuales se resumen en la siguiente gráfica.

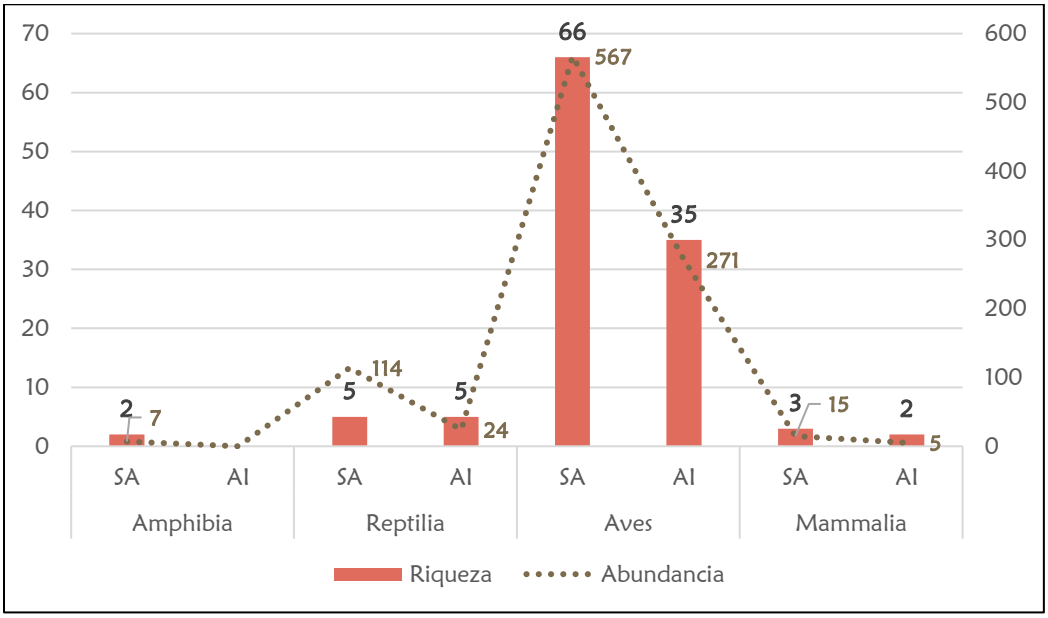


Figura 124. Gráfica comparativa de la riqueza y abundancia registradas en campo para cada una de las Clases taxonómicas en las diferentes superficies: SA y AI.

De acuerdo con los datos recabados en campo, la clase Aves presentó la mayor riqueza de especies y abundancia en comparación con las otras clases de vertebrados terrestres. Cabe señalar que, el Sistema Ambiental del proyecto se encuentra inmerso dentro del AICA Centro de Veracruz, la cual alberga una riqueza específica de 528 taxones. Al respecto, el Sistema Ambiental del proyecto se inserta en una zona perturbada donde existen parches aislados de vegetación nativa, es en estos sitios donde se puede observar la mayor riqueza de especies de aves. Por otra parte, las especies tolerantes a la perturbación se observan principalmente asociadas a los asentamientos humanos, donde son notablemente abundantes.

Asimismo, la abundancia de aves está representada principalmente por seis especies que, de manera conjunta representan el 42.60 % (357 individuos) de la abundancia total (838 individuos) de aves registradas en campo. Dichos taxones corresponden a: *Quiscalus mexicanus* (Zanate Mayor; 101 individuos), *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy; 72), *Columbina inca* (Tórtola Cola Larga; 36), *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada; 33) y *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo; 45).

4.3.2.3.3 Revisión de especies de fauna de importancia

4.3.2.3.3.1 Especies endémicas y con categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Derivado del muestreo de fauna silvestre, se registraron seis especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 58), una de ellas bajo el estatus de amenazada (*Boa imperator*; Mazacuata); mientras que, cinco se encuentran sujetas a protección especial (Pr): un anfibio *Hypopachus ustus* (Sapo Boca Angosta Huasteco); dos reptiles, *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo) e *Iguana iguana* (Iguana Verde) y, dos aves, *Tachybaptus dominicus* (Zambullidor Menor) y *Psarocolius Montezuma* (Oropéndola de Moctezuma).

Cabe mencionar que, si bien en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en su Anexo Normativo III (SEMARNAT, 2019), la especie *Ctenosaura acanthura* se considera endémica de México, estudios recientes sobre la herpetofauna del estado de Veracruz (Torres-Hernández, *et al.*, 2021), así como los datos de ocurrencia disponibles en Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México

(CONABIO), las poblaciones más sureñas de la especie se encuentran desde el sureste de México en Chiapas, hasta la superficies limítrofes de Guatemala (Reynoso *et al.*, 2021).

Tabla 58. Especies de fauna silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con algún grado de endemismo.

Núm.	Clase	Nombre científico	Nombre común	Grado de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	SA	AI
1	Amphibia	*Hypopachus ustus*	Sapo Boca Angosta Huasteco	-	Pr	LC	•	
2	Reptilia	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	-	Pr	LC	•	•
3	Reptilia	*Iguana iguana*	Iguana Verde	-	Pr	LC	•	•
4	Reptilia	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche Mexicano	Endémica	SC	LC	•	•
5	Reptilia	*Boa imperator*	Mazacuata	-	A	LC		•
6	Aves	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	-	Pr	LC	•	
7	Aves	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	-	Pr	LC	•	

En las siguientes imágenes se muestran algunas de las especies de fauna silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que fueron registradas durante los trabajos de campo.



Figura 125. Registro de *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo; izquierda) e *Iguana iguana* (Iguana Verde; derecha).

4.3.2.3.3.2 Especies exóticas-invasoras en el área de estudio

La introducción de especies exóticas e invasoras y sus impactos sobre la biodiversidad de los ecosistemas, constituye una de las grandes preocupaciones ambientales para la comunidad internacional. Los cambios que sufren las poblaciones y comunidades nativas después de la introducción de especies exóticas aportan evidencias sobre los impactos de estos últimas. Las características ecológicas de cada especie, sus posibilidades de producción y su papel económico en los países de introducción, son factores que condicionan las perspectivas de su mejora, las directrices de la investigación por emprender y los métodos de trabajo (Valdés, 2009).

Cuando se habla de introducción de especies exóticas, generalmente se piensa que esto puede aumentar la biodiversidad de la región, pero en muchos casos el efecto es negativo. Las nuevas especies suelen ser excelentes depredadores que eliminan a las nativas, que no están acostumbradas a su presencia. Esto indica que las especies introducidas no solo resultan ser depredadoras, sino, también, compiten con las nativas por los recursos que se encuentran disponibles en la región. Las especies exóticas

introducidas, también han jugado un papel importante en la agricultura y el comercio internacional, aunque otras introducciones no controladas han causado daños a la biodiversidad (Valdés, 2009).

En el área de estudio se registraron cinco especies exóticas-invasoras (Tabla 59), todas de la Clase Aves, mismas que se mencionan a continuación.

Tabla 59. Especies exóticas invasoras registradas en el área de estudio, que representan un riesgo sobre la biodiversidad nativa

Núm.	Nombre científico	Nombre común	Riesgo	Origen	SA	AI
1	*Columba livia*	Paloma Doméstica	Muy Alto	África y Eurasia	•	•
2	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	Alto	Asia	•	•
3	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	Alto	África y Asia	•	•
4	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	Alto	Sudamérica		•
5	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Muy Alto	África y Eurasia	•	•

Aunado a las especies antes mencionadas, tanto en el Sistema Ambiental como en el AI, se registró fauna doméstica de origen exótico, las cuales contribuyen a la perturbación del ecosistema natural, como lo es el ganado bovino (*Bos taurus*), así como gatos (*Felis catus*) y perros (*Canis familiaris*), estas dos últimas, si bien están asociadas a los asentamientos humanos, su comportamiento semiferal actúa en detrimento de las poblaciones naturales de fauna silvestre que aún prevalecen en el territorio donde se inserta el proyecto, incluyendo el ANP de carácter estatal denominada Tembladeras-Laguna Olmeca, la cual dentro del Sistema Ambiental limita al sur con asentamientos humanos. Al respecto, dicha cercanía contribuye a la presencia de fauna semiferal en los sitios que aún presentan vegetación nativa, generando impactos a la fauna silvestre como: la transmisión de enfermedades, actúan como depredadores de pequeños mamíferos, aves y reptiles; y al mismo tiempo compiten por recursos con los depredadores naturales de dichos ecosistemas (carnívoros silvestres).

En las siguientes imágenes, se muestran los registros de fauna exótica-invasora registrada en el área de estudio, así como aquellas especies de fauna doméstica observadas durante los muestreos de campo.



Figura 126. Registro de especies exóticas en el área de estudio: *Streptopelia decaocto* (Paloma Turca de Collar, izquierda) y *Myiopsitta monachus* (Perico Monje Argentino, derecha).

4.3.2.3.3.3 Especies de importancia comercial

El tráfico ilegal de vida silvestre se constituye como una infracción o delito en la legislación ambiental de México, e involucra la extracción, acopio, transporte, comercialización y posesión de especies de flora y/o fauna silvestre, mediante la captura caza y colecta, en contravención de las leyes y tratados nacionales e internacionales. Comprende ejemplares vivos, así como productos y subproductos derivados de éstos, considerando productos a las partes no transformadas y subproductos a aquellas que han sufrido algún proceso de transformación (Zimmerman, 2003).

El principal factor que detona el tráfico ilegal de vida silvestre es la demanda de mercado, la cual a su vez es promovida por grupos de consumidores impulsados por diferentes valores sociales y culturales profundamente arraigados. El motor fundamental de esta demanda es el estatus social asociado con los productos objeto de tráfico, seguido del valor medicinal que se atribuye a muchos productos derivados de vida silvestre (Wyler y Sheikh, 2008). La compra oportunista motivada por el deseo de poseer mascotas exóticas, trofeos de caza y plantas y animales raros, así como la adquisición de subproductos en forma de artesanías y joyas son ejemplos de demanda impulsada por el estatus social asociado. Por otro lado, la demanda de partes o derivados de flora y fauna silvestre, utilizados tanto en la medicina tradicional como en la herbolaria, está asociada al valor curativo percibido en dichos productos (WWF, 2012), a pesar de que su efectividad medicinal carece de sustento científico, además de presentar riesgos potenciales para la salud de quien los usa.

A nivel internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo entre Gobiernos que, como su nombre apunta, regula el comercio internacional de fauna y flora silvestres y sus productos. Entró en vigor en 1975 con el objetivo de garantizar que el comercio internacional no amenace la supervivencia de plantas y animales salvajes.

Alrededor de 6,000 especies de animales y 34,000 especies de plantas están reguladas por la CITES contra la explotación excesiva de sus poblaciones para el comercio internacional. Las especies se agrupan en tres Apéndices de la CITES según el grado de amenaza debido al comercio internacional.

En el caso particular del área de estudio, se registraron nueve especies (3 reptiles y 6 aves; Tabla 60) de importancia comercial (internacional) de acuerdo con la CITES, dos de ellas también se encuentran sujetas a protección especial y una amenazada con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe resaltar que una de ellas también es exótica-invasora para México (*Myiopsitta monachus*), cuya expansión en el territorio se debe en gran parte a su venta como mascota. Los taxones en comento se mencionan a continuación.

Tabla 60. Especies registradas en el área de estudio con importancia comercial de acuerdo con la CITES. A= Amenazada, Pr= Protección especial, SC= Sin categoría.

Núm.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	CITES (Apéndice)
1	*Ctenosaura acanthura*	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Pr	Nativa	II
2	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Nativa	II
3	*Boa imperator*	Mazacuata	A	Nativa	II
4	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	SC	Nativa	III
5	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	SC	Nativa	I
6	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	SC	Nativa	III
7	*Hesperoburhinus bistriatus*	Alcaraván Americano	SC	Nativa	III
8	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	SC	Nativa	II

Núm.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	CITES (Apéndice)
9	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	SC	Nativa	II

Si bien, el número de especies de importancia comercial con base en la CITES es relevante para el área de estudio, cabe destacar que, localmente y a nivel nacional se comercializan un mayor número de especies. Principalmente, aves canoras y de ornato, algunas de ellas incluso se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 pero no en la CITES.

4.3.2.3.4 Revisión de Áreas de importancia para la conservación de la fauna silvestre

4.3.2.3.4.1 Áreas Naturales Protegidas

El Sistema Ambiental del proyecto, no se encuentra dentro de alguna ANP de carácter federal, siendo las más cercana el Sistema Arrecifal Veracruzano (Figura 127). Asimismo, dada la distancia que existe entre el ANP en comento, respecto al SA (3.8 km aprox.), así como al entronque (11.9 km aprox.), no se prevén impactos derivados de la ejecución del proyecto, sobre la superficie de esta ANP.

Por otra parte, dentro del Sistema Ambiental se encuentra una porción del ANP de carácter estatal denominada Tembladeras-Laguna Olmeca (Figura 128), la cual corresponde a un humedal con la categoría de Reserva Ecológica, cuya superficie forma parte del sistema hidrológico de la región central de Veracruz, específicamente de la desembocadura del río Jamapa. Este sistema es de gran importancia debido a sus características, físicas, ecológicas, geológicas, edafológicas y biológicas, que sostienen un gran número de especies de flora y fauna. La dinámica geohidrológica del humedal de Tembladeras y la Laguna Olmeca, está dada por el tipo de suelo y su cercanía con la línea de costa, que ocasiona que la laguna mantenga su nivel de agua más por el flujo freático que por escurrimientos originados por la lluvia, siendo importante mantener las condiciones naturales de este movimiento de agua subterránea hacia la laguna y el mar.

Si bien, una porción del ANP Tembladeras y la Laguna Olmeca se encuentra dentro del SA del proyecto, dicha superficie se encuentra fuera del AI y, a una distancia aproximada de 1.12 km del entronque, de tal forma que, durante la ejecución del proyecto no se prevén afectaciones a la misma (Figura 128).

Finalmente, en el extremo noreste del SA se encuentra el ANP estatal Arroyo Moreno, cuya superficie no forma parte del SA, pero se encuentra de manera contigua a ésta, dada la distancia (7 km aprox.) entre dicha ANP y el AI del proyecto, no se prevén afectaciones a su superficie durante la ejecución del mismo.

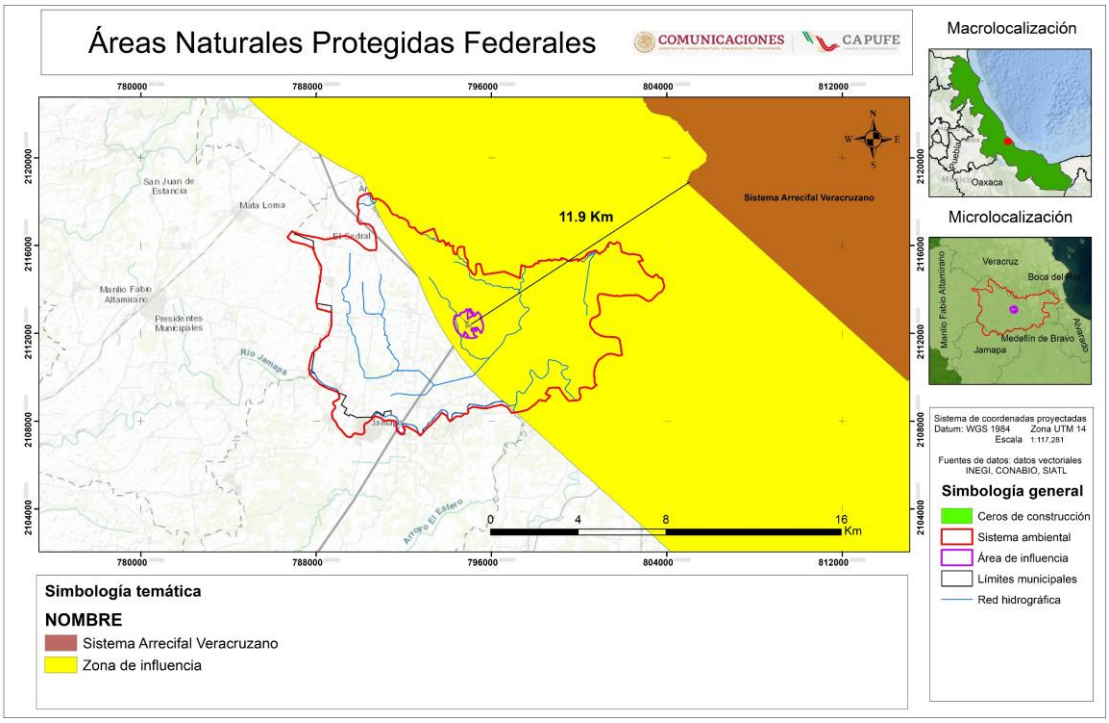


Figura 127. Ubicación del Sistema Ambiental del proyecto respecto al ANP de carácter Federal Sistema Arrecifal Veracruzano.

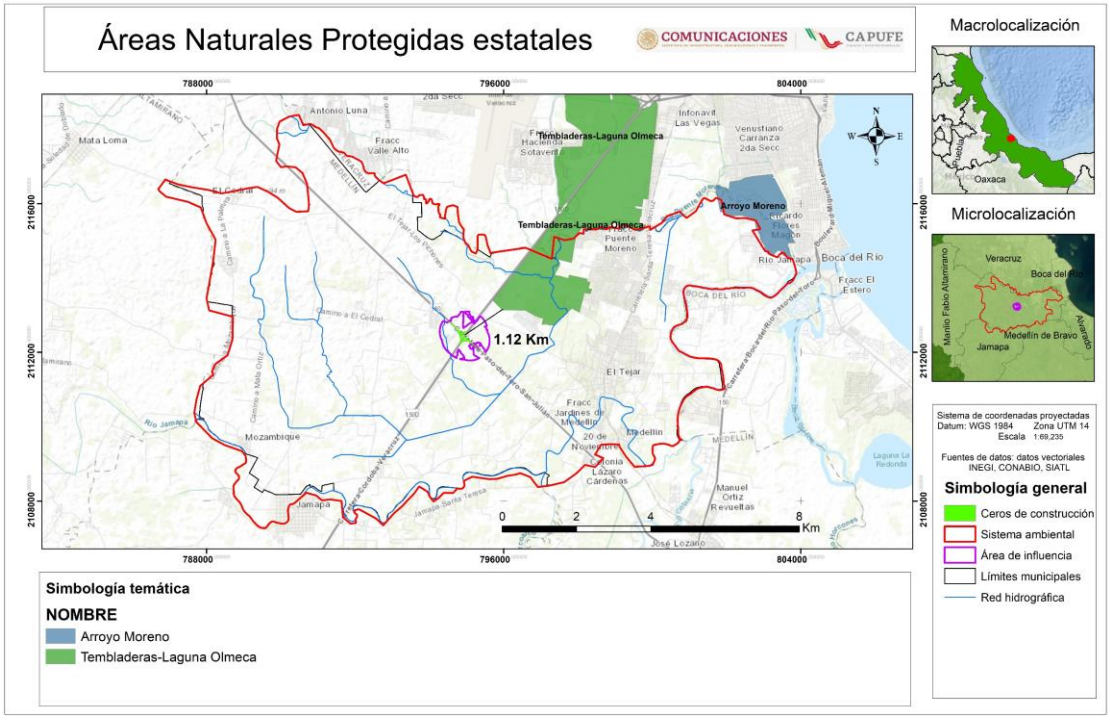


Figura 128. Ubicación del ANP de carácter estatal Tembladeras – Laguna Olmeca dentro del Sistema Ambiental del proyecto.

4.3.2.3.4.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. 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 (CONABIO, 2004).

A la fecha México cuenta con 243 AICAS a lo largo de todo el territorio nacional, y existen cinco categorías con sus respectivos criterios para la designación de dichas áreas.

En lo que respecta al Sistema Ambiental del proyecto, este se encuentra parcialmente dentro del AICA Centro de Veracruz, misma que, de acuerdo con la información disponible en CONABIO, presenta una riqueza de 528 especies.

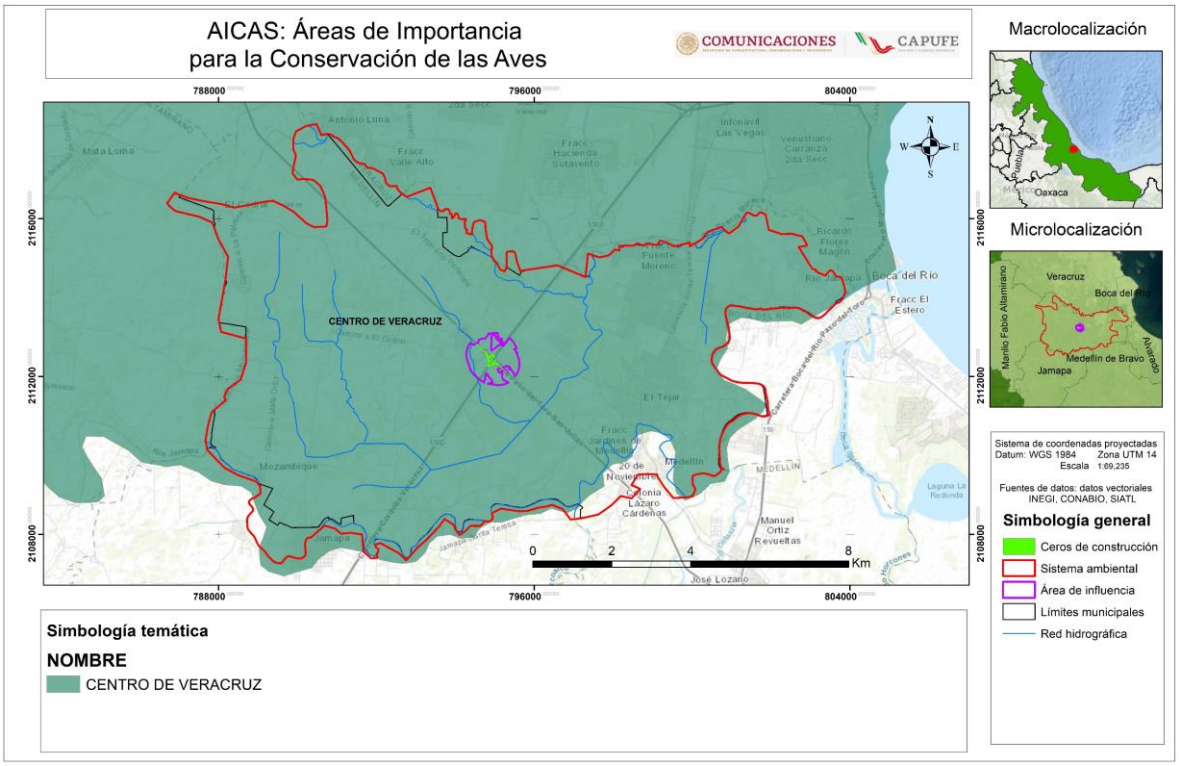


Figura 129. Porción del AICA Centro de Veracruz que se ubica dentro del SA del proyecto.

Aunado a lo anterior, cada otoño millones de aves rapaces, así como acuáticas, canoras y palomas pasan por una estrecha franja en el centro del estado de Veracruz durante su migración, debido a que en esta región convergen el Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México. Estas cadenas montañosas y el mar representan barreras geográficas para su desplazamiento, por lo que en la costa central del estado se forma una especie de embudo que reúne a una enorme cantidad de aves que proceden principalmente del centro y este de Norteamérica. Por lo tanto, el centro de Veracruz, que corresponde al AICA del mismo nombre, es un paso obligado para millones de aves, principalmente rapaces.

Lo anterior, permite entender que, pese a la notable perturbación derivada de la expansión de asentamientos humanos y de la ganadería extensiva en la zona donde se inserta el proyecto, es posible observar una riqueza de aves importante, debido en parte a que la superficie del SA se encuentra dentro de la Ruta Central Migratoria de Aves de Norteamérica (Figura 130).



Figura 130. Rutas migratorias de aves en Norteamérica (Toth, 2024).

4.3.2.2.5 Análisis para estimar la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre

4.3.2.2.5.1 Curvas de acumulación de especies (CAE)

Herpetofauna

Como se mencionó previamente, para determinar la completitud del inventario de especies de anfibios y reptiles registrados en las dos superficies de estudio (SA y AI), se estimó la Curva de Acumulación de Especies (CAE) de cada grupo, esto con base en los resultados obtenidos a partir de los estimadores de riqueza de especies Chao 1 y ACE.

a) Clase Amphibia (Sistema Ambiental)

De los anfibios registrados en los muestreos de campo, solo se observaron dos especies en el SA y. ninguna en el Área de Influencia. Es por ello que, la CAE para este grupo se estimó solo para el Sistema Ambiental del proyecto.

En la CAE del grupo de los anfibios registrados en el SA, ambos estimadores (Chao1 y ACE) indican que se tiene una completitud del 100 % y 64.31 %. Lo anterior es consistente con los valores reflejados por los *singletons* y *doubletons*, los cuales presentan un valor de "1", es decir, de dos especies registradas, *Hypopachus ustus,* se considera rara con respecto a *Incilius valliceps* (6 registros). Por lo tanto, con base en el estimador de Chao 1 se puede inferir que el inventario es representativo para el estudio. Cabe mencionar que, no se descarta la presencia de especies adicionales a las registradas y, por lo tanto, el valor de los estimadores de riqueza podría generar un porcentaje de completitud distinto al reportado en el presente análisis (Figura 131). En atención a lo anterior, de manera previa a los trabajos de campo, se elaboró el listado de especies con distribución potencial dentro del Sistema Ambiental (***Anexo 6 Listado de fauna de probable ocurrencia***).

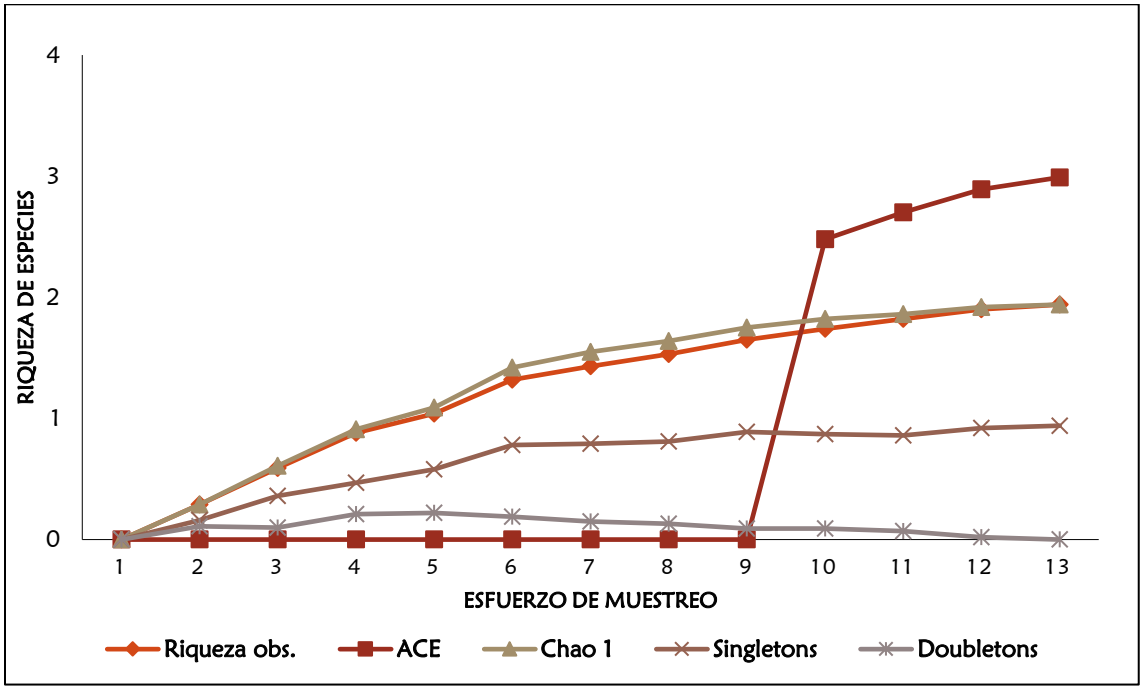


Figura 131. Curva de acumulación de especies de la Clase Amphibia (SA): se indica la riqueza específica de anfibios encontrada y la sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

b) Clase Reptilia (Sistema Ambiental)

En lo que respecta a las curvas de acumulación de especies estimadas para la Clase Reptilia, los registros obtenidos a partir de los recorridos en 13 transectos de muestreo en el SA, permitieron estimar un porcentaje de completitud de 100 % por ambos estimadores utilizados (Chao 1 y ACE). De acuerdo con los resultados obtenidos, ambos estimadores indican que, con base en el esfuerzo de muestreo implementado en campo, no se estiman especies adicionales a las registradas en campo (Figura 132).

Cabe mencionar que, la notable variación en la abundancia interespecífica, particularmente de las lagartijas *Sceloporus variabilis* (33) y *Aspidoscelis guttatus* (52), contrasta con el número de individuos registrados de *Basiliscus vittatus* (2) e *Iguana iguana* (4); en conjunto, los datos de abundancia de las especies más conspicuas registradas en la superficie de estudio, así como el registro de especies raras (con solo 1 o 2 registros; *Iguana iguana*), favorecen los valores de completitud del 100 % obtenidos a partir del análisis (Figura 132).

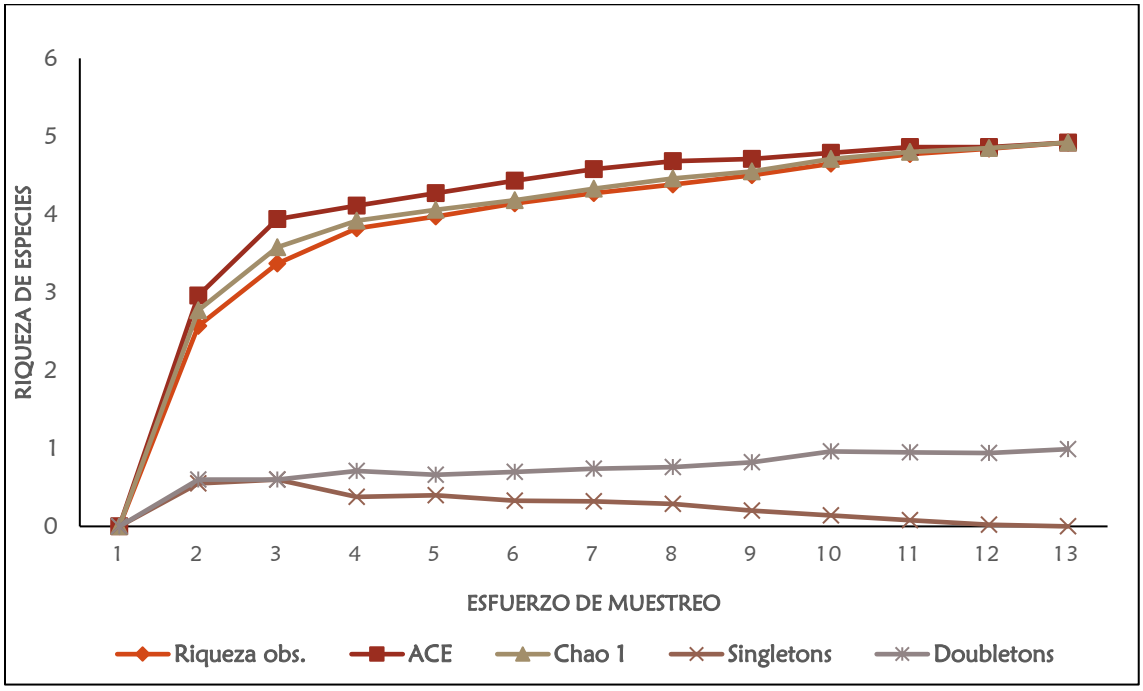


Figura 132. Curva de acumulación de especies de la Clase Reptilia (SA): se indica la riqueza específica de reptiles encontrada y la sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

c) Clase Reptilia (AI)

Por otra parte, con el número de especies y la abundancia de las mismas registrada en los 13 transectos del AI, la eficiencia y representatividad del muestreo fue del 72.25 % (Chao 1) y 62.5 % (ACE). Lo anterior, es consistente con los valores reflejados por los *singletons* (2) y *doubletons* (1). Al respecto, de acuerdo con ambos estimadores y el esfuerzo de muestreo implementado, faltarían tres especies por registrar dentro del AI (Figura 133). Por lo tanto, tres de las cinco especies registradas, se consideran raras debido a su abundancia. En este sentido, resulta importante resaltar que, la zona donde se ubica el entronque, se caracteriza por presentar una degradación ambiental importante, ya sea por la pérdida de cobertura vegetal, el constante tráfico vehicular y los asentamientos cercanos a este. De tal forma que, los sitios que presentan una cobertura vegetal que brinde alimento y refugio a la herpetofauna, corresponden a pequeños relictos de vegetación nativa, aislados por la infraestructura vial y los asentamientos humanos adyacentes a esta.

Por otra parte, algunos reptiles prefieren hábitats abiertos como es el caso de *Aspidoscelis guttatus* que se observó principalmente en los bordes de los caminos o senderos aledaños al entronque. Al respecto, en general las especies del género *Aspidoscelis* se pueden observar en ambientes abiertos como selvas bajas y medianas, campos de cultivo, terrenos baldíos desde el nivel del mar hasta poco más de 2000 m de altitud. Lo anterior, en parte es congruente con los valores de abundancia de *A. guttatus* registrados en el área de estudio, mismos que contrastan con las especies raras o menos abundantes de reptiles.

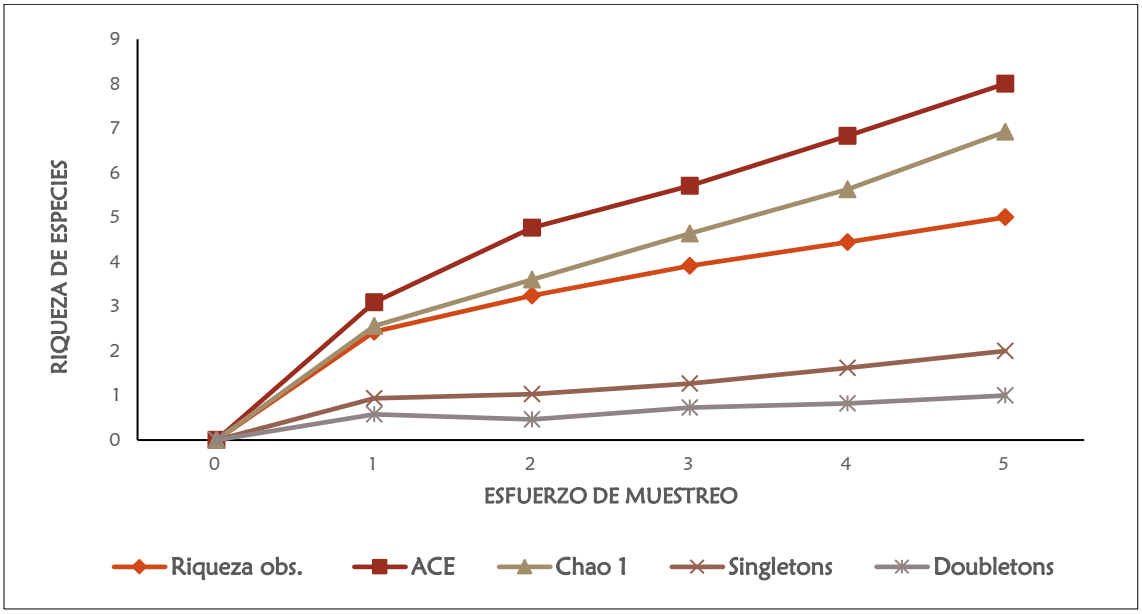


Figura 133. Curva de acumulación de especies de la Clase Reptilia (AI): se indica la riqueza específica de reptiles encontrada y la sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

Ornitofauna

a) Clase Aves (Sistema Ambiental)

Para el grupo de las aves, la curva de acumulación de especies perdió gradualmente la pendiente, sin alcanzar una asíntota constante. Los estimadores de riqueza no paramétricos (Chao 1 y ACE) indican una mayor riqueza a la registrada durante el trabajo de campo.

De acuerdo con los estimadores, el porcentaje de completitud del inventario de especies de aves registradas en el SA fue de 89.73 % (Chao 1) y 91.5 % (ACE). En cuanto a los *singletons* y *doubletons*, 11 taxones presentaron un solo registro; mientras que ocho presentaron dos registros (Figura 134).

Con base en lo anterior, los resultados obtenidos permiten inferir que, si bien falta implementar un mayor esfuerzo de muestreo para poder registrar el total de especies de aves que se distribuye en el SA, ya que, la curva no llegó a la asíntota, los porcentajes de completitud del inventario son aceptables (Chao 1 y ACE). Lo anterior, puede explicarse debido al número de taxones consideradas poco frecuentes, es decir, con solo uno o dos individuos registrados (*singletons* y *doubletons*), comparados con la riqueza total observada en el SA (66 especies de aves).

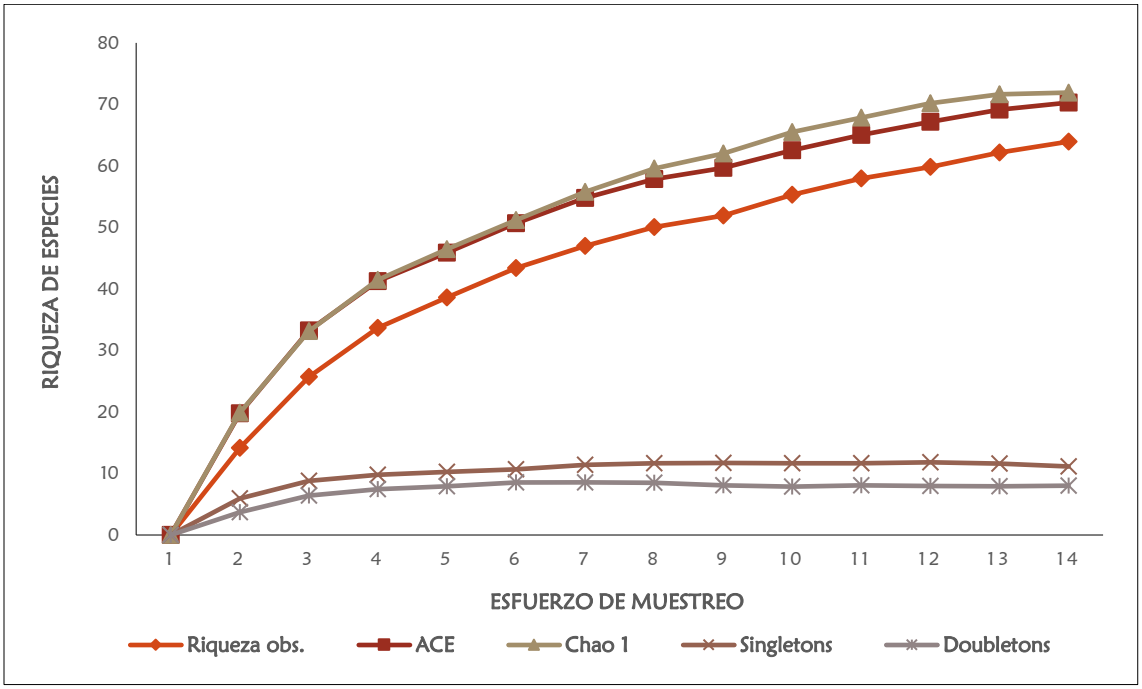


Figura 134. Curva de acumulación de especies de la Clase Aves (SA): se indica la riqueza de aves encontrada y la sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

Cabe mencionar que, el inventario generado a partir de los 14 puntos de muestreo de aves en el SA, permite inferir que la Clase Aves, es el grupo de vertebrados con una mayor riqueza de especies dentro del área de estudio. Asimismo, tomando en cuenta que, dada su capacidad de dispersión, así como sus ciclos de vida interespecíficos, las aves presentan una estacionalidad notable, por lo tanto, dependiendo la época del año se podrán registrar distintas especies migratorias; en cambio, respecto a los taxones residentes, la probabilidad de observarlas en cualquier época del año es mayor, por lo tanto, habrá especies que solo podrán registrarse en ciertos periodos a lo largo del año, esto en función de la estacionalidad de cada taxon.

b) Clase Aves (AI)

Por otra parte, en cuanto a las especies de aves registradas en los siete puntos de muestreo dentro del AI, los estimadores de riqueza no paramétricos (Chao 1 y ACE) indicaron que la eficiencia y representatividad del muestreo fue del 90.35 % y 91.98 % respectivamente. En cuanto a los *singletons* y *doubletons*, seis taxones presentaron un solo registro (*Dendrocygna autumnalis*, *Columbina tapalcoti*, *Leptotila verreauxi*, *Nannopterum brasilianus*, *Ardea alba*, *Campylorhynchus zonatus*); mientras que tres especies presentaron dos registros (*Megarynchus pitangua*, *Pheugopedius maculipectus* y *Spinus psaltria*). Con base en el esfuerzo de muestreo, ambos estimadores indican que faltaron tres (ACE) y cuatro (Chao 1) especies por registrar dentro del AI (Figura 135).

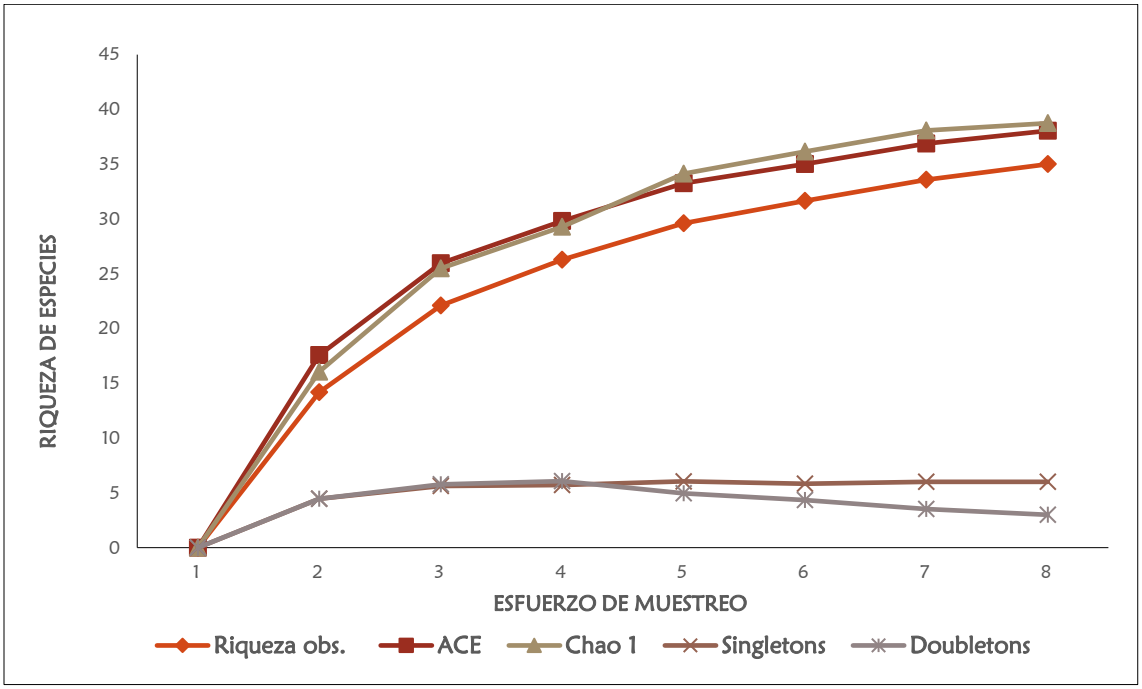


Figura 135. Curva de acumulación de especies de la Clase Aves (AI): se indica la riqueza de aves encontrada y la sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

Mastofauna

a) Clase Mamíferos (Sistema Ambiental)

De acuerdo con los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, el porcentaje de completitud del inventario de especies de mamíferos registradas en el SA fue de 100 % y 78.53 % respectivamente. En cuanto a los *singletons* y *doubletons*, una especie presentó un solo registro (*Canis latrans*) (Figura 136).

Asimismo, la cantidad de especies raras refleja la falta de completitud del inventario. Lo anterior, contrasta con la especie más abundante registrada durante el estudio: *Didelphis marsupialis* (10 individuos). Al respecto, el porcentaje de completitud de muestreo en el SA (13 transectos), de acuerdo con el estimador Chao1 es aceptable.

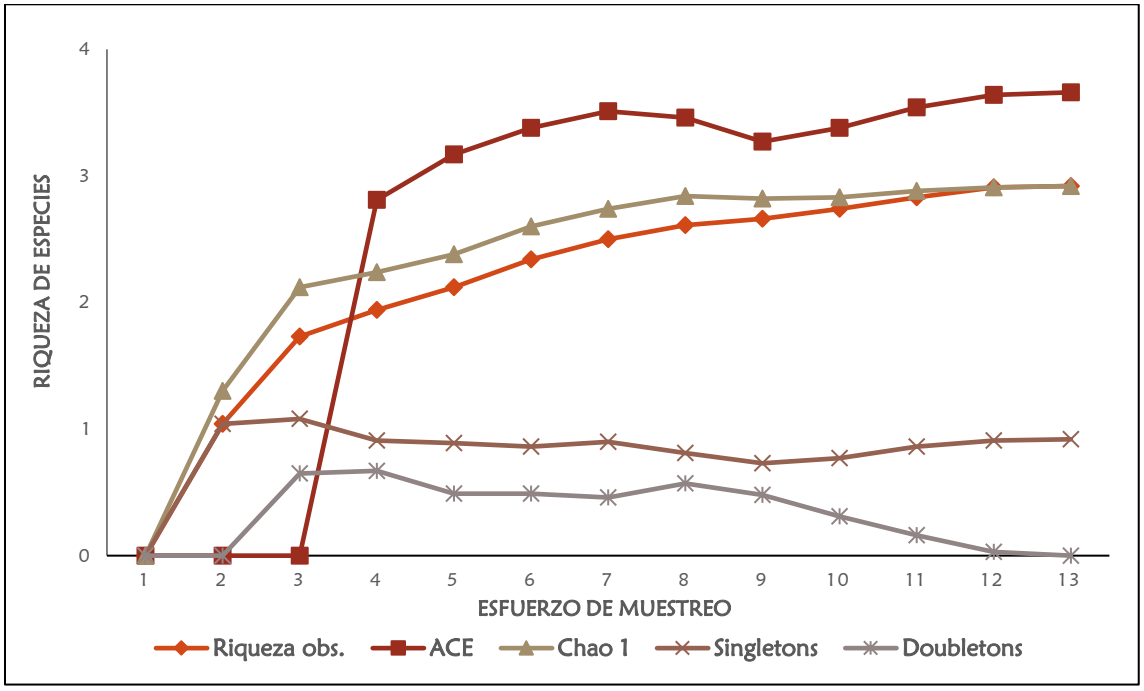


Figura 136. Curva de acumulación de especies de la Clase Mammalia (SA): se indica la riqueza de mamíferos encontrada, la riqueza sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

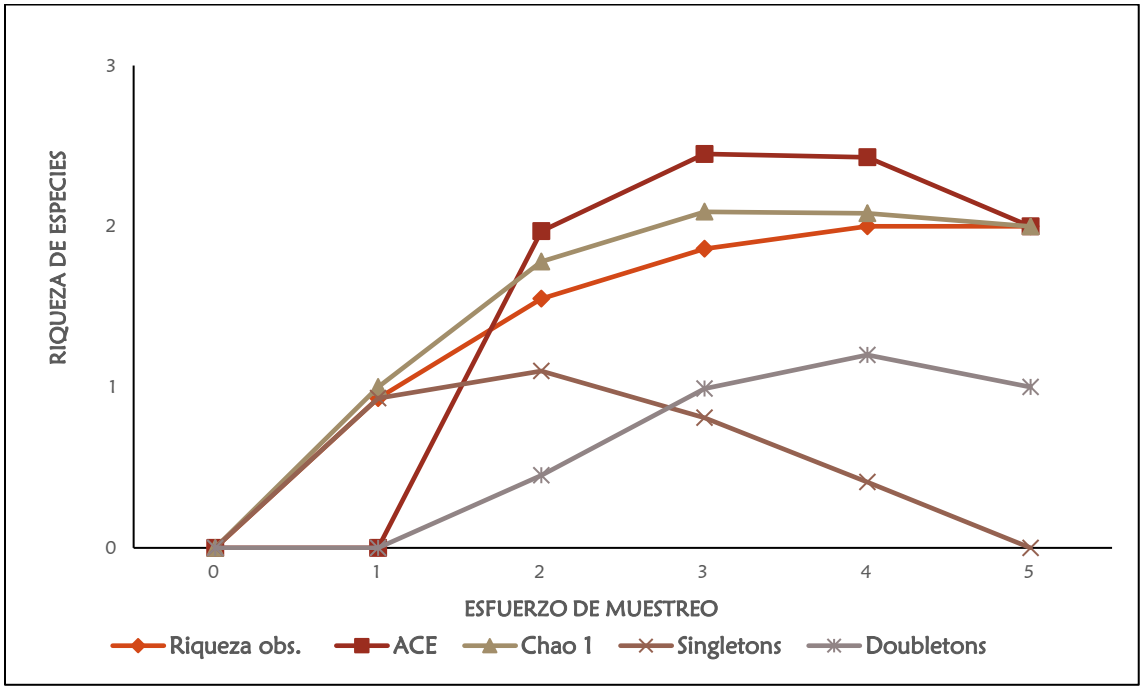


Figura 137. Curva de acumulación de especies de la Clase Mammalia (AI): se indica la riqueza de mamíferos encontrada, la riqueza sugerida por los estimadores no paramétricos y los taxones con uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) registros.

b) Clase Mamíferos (AI)

En lo que respecta al inventario de especies de mamíferos dentro del AI, de acuerdo con los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE el porcentaje de completitud fue de 100 %. Asimismo, únicamente se registraron dos especies, de este grupo durante los trabajos de muestreo en los cinco transectos que se establecieron en el AI (Figura 137).

La baja riqueza de especies de mamíferos silvestres dentro del AI, es congruente con la degradación ambiental presente en dicha superficie, esto derivado del tráfico vehicular de la autopista 150 D, misma que conecta con la carretera federal 180 en el entronque Paso del Toro. De igual manera, los asentamientos humanos adyacentes al proyecto, así como la fauna semiferal asociada a estos, sumado a la reducción de vegetación nativa que podría proporcionar recursos para el sostén (alimento y refugio) de las poblaciones de mamíferos silvestres en dicha zona, han contribuido de manera conjunta a la reducción de la riqueza de mamíferos en el sitio.

Finalmente, con base en las CAE de cada una de las clases taxonómicas analizadas tanto en el Sistema Ambiental como en el AI, los porcentajes de completitud fueron variables pero superiores al 80 % en el caso de las aves (SA y AI), mamíferos (SA y AI), anfibios (SA) y reptiles (SA) lo anterior, permite inferir que la riqueza de especies de aves observada en función del esfuerzo de muestreo implementado **es representativa** para el área de estudio. En cambio, en lo que respecta a la comunidad de reptiles del AI, los porcentajes de completitud de ambos estimadores (Chao 1 y ACE) no alcanzaron el 80%. Al respecto, de las cinco especies registradas, tres fueron raras, es decir la abundancia registrada fue de 1 a 2 individuos. Si bien, se puede inferir que el inventario no está completo, se debe tener en cuenta que, el hábitat en general se encuentra notablemente perturbado, y algunas especies requieren mayor disponibilidad de recursos para subsistir, en cambio otras como *A. guttatus* o *S. variabilis*, son fáciles de observar en las inmediaciones de los asentamientos humanos y caminos, sitios donde pueden alimentarse de presas (invertebrados) con mayor exposición y que por tanto, requieren un menor gasto energético durante el forrajeo.

De igual manera, se debe tener en cuenta el listado de especies de fauna de probable ocurrencia, ya que no se descartan especies adicionales a las registradas durante los trabajos de campo. Por lo tanto, durante la ejecución de las medidas de mitigación y/o prevención para la protección del componente faunístico en el área del proyecto, se deberán contemplar a todas las especies, tanto a aquellas que se registraron o no (probable ocurrencia) y que son susceptibles de rescate y reubicación, así como aquellas para las cuales, se contemplarán acciones de ahuyentamiento.

Por lo anterior, los inventarios de especies de cada grupo de fauna permitieron evaluar la riqueza de especies en las superficies (SA y AI) que comprende el proyecto, esto en función del esfuerzo de muestreo implementado.

4.3.2.2.5.2 Análisis de diversidad alfa

Herpetofauna

Si bien, de manera histórica los anfibios y reptiles se han denominado en conjunto como herpetofauna, se trata de dos grupos con una historia evolutiva distinta, por lo tanto, para estudios biológicos de cualquier índole se evalúan por separado; es por ello que, para evaluar la diversidad de herpetofauna silvestre presente en el área el estudio (SA y AI), se obtuvieron dos índices de diversidad para este grupo faunístico, uno para la clase Amphibia y otro para la clase Reptilia.

Previo a obtener el valor de diversidad, fue necesario determinar la abundancia (absoluta y relativa) a partir del número de individuos observados de cada una de las especies registradas en campo.

A continuación, se muestran los valores de diversidad estimados para cada una de las especies de herpetofauna registradas en campo, asimismo se menciona el índice de diversidad calculado a partir de los datos de abundancia recabados, tanto para la Clase Amphibia como Reptilia.

Clase Amphibia (Sistema Ambiental)

En el caso de los anfibios, únicamente se registraron siete individuos (**N= 7**) de dos especies (**S= 2**) en el Sistema Ambiental; mientras que, para el AI no se obtuvieron registros, es por ello que, el análisis de diversidad en este grupo se realizó únicamente para la superficie que comprende el SA.

A partir de los datos de riqueza y abundancia específicas, se realizaron los cálculos correspondientes con el fin de evaluar la diversidad, equidad y dominancia de especies de anfibios dentro del SA (Tabla 61).

Tabla 61. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Amphibia en el Sistema Ambiental del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Incilius valliceps*	6	0.857	0.154	0.132	0.735
2	*Hypopachus ustus*	1	0.143	1.946	0.278	0.020
				Riqueza	**S**	2
				Abundancia	**N**	7
				Índice de Shannon	**H'**	0.41
				Diversidad máxima	**Hmax**	0.69
				Índice de equidad de Pielou	**J'**	0.59
				Índice de Simpson	**D**	0.76
				Índice de Margalef	**D_{Mg}**	0.51

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 61), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para la clase Amphibia en el SA fue **H'= 0.41**, mientras que, la diversidad máxima esperada fue de **Hmax= 0.69**, en ambos casos se trata de una **diversidad muy baja**. Asimismo, la equidad (**J'**) calculada fue de **J'= 0.59**, lo cual indica que uno de los taxones registrados (*Incilius valliceps*; 6 registros) tiene mayor representatividad que el otro (*Hypopachus ustus*; un registro).

Lo anterior es consistente con el valor estimado de dominancia de Simpson **D=0.76**, lo cual permite inferir que, dentro de la comunidad de anfibios del SA, *Incilius valliceps* es la especie dominante. Finalmente, al estimar la riqueza de especies, se obtuvo el índice de Margalef **D_{Mg}= 0.51**, el cual fue inferior a 2, por lo tanto, se trata de una comunidad con baja riqueza específica.

Clase Reptilia

a) Sistema Ambiental

En lo que respecta a la Clase Reptilia, se registró una riqueza de **S= 5** especies y una abundancia de **N= 114**, a partir de dichos valores se obtuvieron los índices de diversidad, equidad y dominancia, mismos que se presentan a continuación.

Tabla 62. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Reptilia en el Sistema Ambiental del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Basiliscus vittatus*	2	0.018	4.043	0.071	0.000
2	*Ctenosaura acanthura*	17	0.149	1.903	0.284	0.022
3	*Iguana iguana*	4	0.035	3.350	0.118	0.001

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
4	*Sceloporus variabilis*	39	0.342	1.073	0.367	0.117
5	*Aspidoscelis guttatus*	52	0.456	0.785	0.358	0.208
				Riqueza	**S**	5
				Abundancia	**N**	114
				Índice de Shannon	**H'**	1.20
				Diversidad máxima	**Hmax**	1.61
				Índice de equidad de Pielou	**J'**	0.74
				Índice de Simpson	**D**	0.35
				Índice de Margalef	**D_{Mg}**	0.84

Dentro del SA, el índice de diversidad de S-W para la Clase Reptilia, fue de **H'= 1.20** y, al igual que la diversidad máxima esperada (**Hmax= 1.61**), ambos valores indican una **diversidad muy baja** (< 1.99; Tabla 62).

Asimismo, la equidad calculada fue de **J'= 0.74**, lo cual indica que algunas de las especies registradas tienen mayor representatividad que otras, por ejemplo, las lagartijas de las especies *Aspidoscelis guttatus* (52 individuos) y *Sceloporus variabilis* (39) estuvieron mejor representadas que, *Basiliscus vittatus* (2) e *Iguana iguana* (4). Lo anterior, también se ve reflejado en el índice de dominancia (**D= 0.35**), el cual es congruente con la dominancia de dos especies (*Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus variabilis*) sobre las otras tres.

En lo que respecta a la riqueza de especies de reptiles dentro del SA del proyecto, el índice de Margalef **D_{Mg}= 0.84**, indica una **riqueza baja** (D_{Mg} < 2).

b) Área de Influencia

Para la diversidad de reptiles dentro del en el Área de Influencia (Tabla 63), el índice de S-W calculado **H'= 1.18**, corresponde a una **diversidad muy baja** (< 1.99). De igual manera, la diversidad máxima esperada **Hmax= 1.61**, también indica un valor muy bajo de diversidad de reptiles para el AI.

En cuanto a la representatividad de las especies, el índice de equidad de Pielou **J'= 0.74** permite inferir una heterogeneidad de la abundancia interespecífica, ya que, de las cuatro especies registradas, *Aspidoscelis guttatus* fue la más abundante (12 individuos), seguida de *Sceloporus variabilis* (8), *Ctenosaura acanthura* (2), *Boa imperator* (1) e *Iguana iguana* (1).

Asimismo, el valor de dominancia calculado fue moderado **D= 0.37**, reflejando la dominancia de dos especies (*A. guttatus* y *S. variabilis*) sobre las otras tres.

Finalmente, respecto a la riqueza de especies de reptiles dentro del SA del proyecto, el índice de Margalef **D_{Mg}= 1.26**, indica que la comunidad de reptiles dentro del AI presenta una **riqueza baja** (D_{Mg} < 2).

Tabla 63. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Reptilia en AI.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Boa imperator*	1	0.042	3.178	0.132	0.002
2	*Ctenosaura acanthura*	2	0.083	2.485	0.207	0.007
3	*Iguana iguana*	1	0.042	3.178	0.132	0.002
4	*Sceloporus variabilis*	8	0.333	1.099	0.366	0.111
5	*Aspidoscelis guttatus*	12	0.500	0.693	0.347	0.250

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
				Riqueza	**S**	5
				Abundancia	**N**	24
				Índice de Shannon	**H'**	1.18
				Diversidad máxima	**Hmax**	1.61
				Índice de equidad de Pielou	**J'**	0.74
				Índice de Simpson	**D**	0.37
				Índice de Margalef	**D_{Mg}**	1.26

Clase Aves

a) Sistema Ambiental

Como se mencionó previamente, dentro del SA se observaron 567 aves de 66 especies, una vez calculados los datos de abundancia absoluta y relativa de cada una de las especies, se procedió a la obtención de los índices de diversidad, dominancia y equidad para este grupo faunístico (Tabla 64).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el índice de diversidad de S-W fue de **H'= 3.66**, lo cual representa una diversidad **muy alta** para este grupo dentro del SA. Tomando en cuenta la riqueza de especies de aves registrada en el SA, la diversidad máxima esperada (**Hmax= 4.19**) indica una diversidad **muy alta** para este grupo. Asimismo, respecto al índice de equidad obtenido (**J'= 0.87**), permite inferir que, la abundancia relativa de las especies registradas es heterogénea, es decir se registraron especies más abundantes que otras.

En cuando a la dominancia (D) dentro de la comunidad de aves del SA, el valor calculado **D= 0.04**, fue cercano a cero, por lo tanto, no hay una especie que presente una dominancia notable. Si bien, la abundancia interespecífica no es homogénea (J'= 0.87), no hay una especie dominante que represente una gran proporción de la comunidad analizada.

Asimismo, en lo que respecta a la riqueza de especies calculada a partir del índice Margalef **D_{Mg}= 10.25**, este refleja una riqueza alta de especies de aves en el SA (> 5; Mora-Donjuán *et al.*, 2017).

Tabla 64. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Aves en el Sistema Ambiental del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Dendrocygna autumnalis*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
2	*Colinus virginianus*	3	0.005	5.242	0.028	0.000
3	*Ortalis vetula*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
4	*Tachybaptus dominicus*	3	0.005	5.242	0.028	0.000
5	*Columba livia*	16	0.028	3.568	0.101	0.001
6	*Columbina inca*	36	0.063	2.757	0.175	0.004
7	*Columbina talpacoti*	9	0.016	4.143	0.066	0.000
8	*Patagioenas flavirostris*	33	0.058	2.844	0.166	0.003
9	*Streptopelia decaocto*	15	0.026	3.632	0.096	0.001
10	*Leptotila verreauxi*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
11	*Zenaida asiatica*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
12	*Zenaida macroura*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
13	*Piaya cayana*	3	0.005	5.242	0.028	0.000
14	*Crotophaga sulcirostris*	51	0.090	2.409	0.217	0.008
15	*Aramides albiventris*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
16	*Fulica americana*	3	0.005	5.242	0.028	0.000
17	*Himantopus mexicanus*	9	0.016	4.143	0.066	0.000

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
18	*Recurvirostra americana*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
19	*Actitis macularius*	6	0.011	4.549	0.048	0.000
20	*Tringa solitaria*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
21	*Hesperoburhinus bistriatus*	16	0.028	3.568	0.101	0.001
22	*Leucophaeus atricilla*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
23	*Thalasseus sandvicensis*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
24	*Nannopterum brasilianus*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
25	*Nannopterum auritum*	9	0.016	4.143	0.066	0.000
26	*Fregata magnificens*	6	0.011	4.549	0.048	0.000
27	*Pelecanus occidentalis*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
28	*Ardea ibis*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
29	*Ardea alba*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
30	*Butorides virescens*	7	0.012	4.394	0.054	0.000
31	*Egretta thula*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
32	*Nyctanassa violacea*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
33	*Coragyps atratus*	11	0.019	3.942	0.076	0.000
34	*Cathartes aura*	8	0.014	4.261	0.060	0.000
35	*Rupornis magnirostris*	6	0.011	4.549	0.048	0.000
36	*Trogon melanocephalus*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
37	*Melanerpes aurifrons*	10	0.018	4.038	0.071	0.000
38	*Dryocopus lineatus*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
39	*Pachyramphus aglaiae*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
40	*Tityra semifasciata*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
41	*Vireo flavifrons*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
42	*Empidonax minimus*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
43	*Myiozetetes similis*	17	0.030	3.507	0.105	0.001
44	*Pitangus sulphuratus*	26	0.046	3.082	0.141	0.002
45	*Megarynchus pitangua*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
46	*Tyrannus melancholicus*	23	0.041	3.205	0.130	0.002
47	*Hirundo rustica*	13	0.023	3.775	0.087	0.001
48	*Stelgidopteryx serripennis*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
49	*Campylorhynchus zonatus*	3	0.005	5.242	0.028	0.000
50	*Pheugopedius maculipectus*	7	0.012	4.394	0.054	0.000
51	*Polioptila caerulea*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
52	*Turdus grayi*	12	0.021	3.855	0.082	0.000
53	*Passer domesticus*	13	0.023	3.775	0.087	0.001
54	*Spinus psaltria*	4	0.007	4.954	0.035	0.000
55	*Agelaius phoeniceus*	16	0.028	3.568	0.101	0.001
56	*Dives dives*	11	0.019	3.942	0.076	0.000
57	*Amblycercus holosericeus*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
58	*Icterus gularis*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
59	*Molothrus aeneus*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
60	*Quiscalus mexicanus*	50	0.088	2.428	0.214	0.008
61	*Psarocolius montezuma*	2	0.004	5.647	0.020	0.000

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
62	*Setophaga petechia*	2	0.004	5.647	0.020	0.000
63	*Thraupis episcopus*	1	0.002	6.340	0.011	0.000
64	*Saltator grandis*	10	0.018	4.038	0.071	0.000
65	*Sporophila morelleti*	16	0.028	3.568	0.101	0.001
66	*Volatinia jacarina*	5	0.009	4.731	0.042	0.000
					Riqueza	**S**	66
					Abundancia	**N**	567
					Índice de Shannon	**H'**	3.66
					Diversidad máxima	**Hmax**	4.19
					Índice de equidad de Pielou	**J'**	0.87
					Índice de Simpson	**D**	0.04
					Índice de Margalef	**D_{Mg}**	10.25

b) Área de Influencia

Derivado de los datos de riqueza (**S= 35**) y abundancia total de aves (**N= 271**) en el área de influencia, se procedió a realizar los cálculos para estimar la diversidad, equidad y dominancia de especies.

En cuanto a la diversidad de aves en el en el AI (Tabla 65), el índice de S-W estimado corresponde a una **diversidad alta** (**H'= 3.07**), la cual difiere con la diversidad máxima esperada **Hmax= 3.56**, cuyo valor indica que, dada la riqueza de especies registrada en el AI, se espera que dicha comunidad de aves presente una diversidad muy alta.

En cuanto a la representatividad de las especies, el índice de equidad de Pielou fue de **J'= 0.86**, lo cual permite inferir que, la abundancia relativa de las especies registradas no es homogénea. Asimismo, el valor de dominancia calculado **D= 0.07**, fue cercano a cero, lo que permite inferir una mayor diversidad respecto a los otros grupos faunísticos dentro del AI. Si bien, la equitatividad no es homogénea (J'= 0.86), no se registró una especie que domine, o bien, que represente una gran proporción de la abundancia total.

Asimismo, el índice de Margalef calculado a partir de la riqueza y abundancia observadas, **D_{Mg}= 6.07** (> 5; Mora-Donjuán *et al.*, 2017) refleja una **riqueza alta** de especies de aves dentro del AI.

Tabla 65. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Aves en el AI del proyecto.

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Dendrocygna autumnalis*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
2	*Columba livia*	5	0.018	3.993	0.074	0.000
3	*Columbina inca*	14	0.052	2.963	0.153	0.003
4	*Columbina tapalcoti*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
5	*Patagioenas flavirostris*	12	0.044	3.117	0.138	0.002
6	*Streptopelia decaocto*	5	0.018	3.993	0.074	0.000
7	*Leptotila verreauxi*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
8	*Piaya cayana*	3	0.011	4.504	0.050	0.000
9	*Crotophaga sulcirostris*	21	0.077	2.558	0.198	0.006
10	*Nannopterum brasilianus*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
11	*Ardea ibis*	6	0.022	3.810	0.084	0.000
12	*Ardea alba*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
13	*Butorides virescens*	3	0.011	4.504	0.050	0.000
14	*Coragyps atratus*	11	0.041	3.204	0.130	0.002
15	*Cathartes aura*	3	0.011	4.504	0.050	0.000
16	*Melanerpes aurifrons*	11	0.041	3.204	0.130	0.002
17	*Myiopsitta monachus*	6	0.022	3.810	0.084	0.000
18	*Pachyramphus aglaiae*	3	0.011	4.504	0.050	0.000
19	*Myiozetetes similis*	7	0.026	3.656	0.094	0.001
20	*Pitangus sulphuratus*	19	0.070	2.658	0.186	0.005
21	*Megarynchus pitangua*	2	0.007	4.909	0.036	0.000
22	*Tyrannus melancholicus*	21	0.077	2.558	0.198	0.006

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
23	*Stelgidopteryx serripennis*	4	0.015	4.216	0.062	0.000
24	*Campylorhynchus zonatus*	1	0.004	5.602	0.021	0.000
25	*Pheugopedius maculipectus*	2	0.007	4.909	0.036	0.000
26	*Turdus grayi*	6	0.022	3.810	0.084	0.000
27	*Passer domesticus*	11	0.041	3.204	0.130	0.002
28	*Spinus psaltria*	2	0.007	4.909	0.036	0.000
29	*Dives dives*	9	0.033	3.405	0.113	0.001
30	*Icterus gularis*	3	0.011	4.504	0.050	0.000
31	*Quiscalus mexicanus*	51	0.188	1.670	0.314	0.035
32	*Thraupis episcopus*	5	0.018	3.993	0.074	0.000
33	*Saltator grandis*	8	0.030	3.523	0.104	0.001
34	*Sporophila morelleti*	8	0.030	3.523	0.104	0.001
35	*Volatinia jacarina*	4	0.015	4.216	0.062	0.000
				Riqueza	**S**	35
				Abundancia	**N**	271
				Índice de Shannon	**H'**	3.07
				Diversidad máxima	**Hmax**	3.56
				Índice de equidad de Pielou	**J'**	0.86
				Índice de Simpson	**D**	0.07
				Índice de Margalef	**D_{Mg}**	6.07

Clase Mammalia

a) Sistema Ambiental

Derivado de los muestreos en la superficie que corresponde al SA del proyecto, se observaron 15 individuos de tres especies de mamíferos silvestres, una vez calculados los datos de abundancia absoluta y relativa de cada una de las especies, se procedió a la obtención de los índices de diversidad y equidad para este grupo faunístico (Tabla 66). De acuerdo con los resultados obtenidos, el índice de diversidad de S-W fue de **H'= 0.80** (**diversidad muy baja**), lo anterior es congruente con la diversidad máxima esperada **Hmax= 1.10 (muy baja)**, esto último tomando en cuenta la riqueza de especies observada en campo. Asimismo, respecto al índice de equidad (**J'= 0.73**), el cual permite conocer la equitatividad o la proporción de la diversidad observada en relación con la diversidad máxima esperada, indica una representatividad heterogénea, donde la especie con más registros corresponde a *Didelphis marsupialis* (10 registros), seguida de *Procyon lotor* (4), y *Canis latrans* (1).

Por otra parte, la dominancia calculada fue moderada **D= 0.52**, ya que *Didelphis marsupialis*, fue la más abundante con 10 registros, con respecto a las *P. lotor* (4) y *C. latrans* (1).

En cuanto a la riqueza de especies de mamíferos dentro del SA, el índice de Margalef **D_{Mg}= 0.74**, (< 2; Mora-Donjuán *et al.*, 2017) refleja que la comunidad analizada presenta una **baja riqueza** de especies.

Tabla 66. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Mammalia en el Sistema Ambiental del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Didelphis marsupialis*	10	0.667	0.405	0.270	0.444
2	*Canis latrans*	1	0.067	2.708	0.181	0.004
3	*Procyon lotor*	4	0.267	1.322	0.352	0.071
				Riqueza	**S**	3
				Abundancia	**N**	15
				Índice de Shannon	**H'**	0.80
				Diversidad máxima	**Hmax**	1.10

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
				Índice de equidad de Pielou	J'	0.73
				Índice de Simpson	D	0.52
				Índice de Margalef	D_{Mg}	0.74

b) Área de Influencia

Dentro de la superficie que corresponde al AI, se registraron 5 individuos pertenecientes a dos especies de mamíferos silvestres, una vez calculados los datos de abundancia absoluta y relativa de cada una de las especies, se procedió a la obtención de los índices de diversidad y equidad para este grupo (Tabla 67). De acuerdo con los resultados obtenidos, el índice de diversidad de S-W fue de **H'= 0.67** y, el de diversidad máxima **Hmax= 0.69**, ambos valores permiten inferir una diversidad muy baja para este grupo dentro de la superficie que corresponde al AI.

Asimismo, respecto al índice de equidad (**J'= 0.97**), este indica una representatividad relativamente homogénea, es decir, dicho valor es cercano a la unidad, lo cual refleja que la variación interespecífica de la abundancia, no es tan marcada como en el SA. Al respecto, la especie con más registros fue *Didelphis marsupialis* (3).

Por otra parte, el índice de dominancia de Simpson calculado (**D= 0.27**) fue bajo, lo cual es consistente con la equidad calculada cercana a 1 (J'= 0.97), es decir la abundancia interespecífica en la comunidad de mamíferos del AI fue relativamente homogénea, por lo tanto, no hay una especie dominante que represente una gran proporción.

En cuanto a la riqueza de especies de mamíferos dentro del AI, el índice de Margalef **D_{Mg}= 0.62**, (< 2; Mora-Donjuán *et al.*, 2017) refleja que la comunidad analizada presenta una baja riqueza de especies.

Tabla 67. Índices de diversidad, dominancia y equidad de la Clase Mammalia en el AI del proyecto.

Núm.	Nombre científico	Abundancia absoluta (n)	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) LNpi	D
1	*Didelphis marsupialis*	3	0.600	0.511	0.306	0.360
2	*Procyon lotor*	2	0.400	0.916	0.367	0.160
				Riqueza	S	2
				Abundancia	N	5
				Índice de Shannon	H'	0.67
				Diversidad máxima	Hmax	0.69
				Índice de equidad de Pielou	J'	0.97
				Índice de Simpson	D	0.52
				Índice de Margalef	D_{Mg}	0.62

En relación a los resultados previamente descritos, los cuales se resumen en la Tabla 68; para la superficie del SA se obtuvieron valores de diversidad mayores a los del AI en cada una de las clases taxonómicas evaluadas. Al respecto, para la clase Amphibia, solo se calculó la diversidad dentro del SA (H'=0.41), la cual, fue **muy baja**; ya que, en el AI no se registraron especies de este grupo, por lo tanto, la diversidad fue de "0". La equidad de especies (J'= 0.69) indica que la representatividad de los taxones de la comunidad de anfibios en el SA es heterogénea, esto debido a la abundancia de *Incilius valliceps* (n=6). Asimismo, el valor de dominancia calculado (D= 0.76), indica que, existe una especie abundante que, constituye una gran proporción dentro de la comunidad. Dentro del SA solo se registraron dos especies con abundancias variables y, de acuerdo con el índice de Margalef, se trata una comunidad con una baja riqueza específica (D_{Mg}= 0.51).

Si bien, los valores calculados de diversidad (H') para la clase Reptilia en ambos sitios difieren (**H'= 1.2, SA; H'= 1.18, AI)**, se trata de una diversidad **muy baja** (< 1.99). Lo mismo ocurre con la diversidad máxima esperada que, para las dos comunidades también fue inferior a 1.99. En lo que respecta a la equidad de especies (índice de Pielou), esta indica si los individuos están distribuidos homogéneamente entre todas las especies. Sin embargo, tanto en el SA (J'= 0.74) como AI (J'= 0.74), la representatividad interespecífica fue heterogénea, es decir, algunas especies fueron más abundantes que otras. Asimismo, los valores de dominancia (SA D= 0.35 y AI D= 0.37) fueron inferiores a 1, por lo tanto, el índice de Simpson (D) indica la ausencia de uniformidad, lo cual se puede corroborar debido a que en las comunidades se registraron dos especies (*Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus variabilis*) cuyas abundancias fueron notablemente mayores al resto de las especies de reptiles. En cuanto a la riqueza de especies estimada con base en el índice de Margalef (SA D_{Mg}= 0.84 y AI D_{Mg}= 1.26), esta se considera baja (< 2.00; Mora-Donjuán *et al.*, 2017).

La clase Aves, fue la que presentó una mayor diversidad (H') en ambas comunidades analizadas, para el SA se estimó una **diversidad muy alta** (**H'= 3.66**); mientras que para el AI fue **alta** (**H'=3.07**). Sin embargo, con base en el número de especies registradas y esperando una abundancia interespecífica homogénea, se estimó una diversidad máxima muy alta (> 3.5) para los dos sitios.

En cuanto a la equidad de especies (J'=0.87, SA y J'=0.86, AI), esta indica que hay especies mejor representadas que otras, es decir más abundantes. Por otra parte, los valores de dominancia en ambas comunidades de aves, fueron los más bajos de todos los grupos de fauna analizados (**D= 0.04, SA; D= 0.07, AI**), dicho valor permite inferir que no hay una sola especie que represente una gran proporción dentro de cada comunidad de aves (SA y AI). En lo que respecta a la riqueza específica (D_{Mg}), el índice de Margalef calculado, indica que en ambos casos la riqueza es alta (> 5; Mora-Donjuán *et al.*, 2017).

Finalmente, para la clase Mammalia la diversidad calculada para el SA fue **muy baja** (**H'= 0.8**), y para el AI **muy baja** (**H'= 0.67**). Asimismo, con base en el número de especies registradas y esperando que presentaran una abundancia homogénea, para ambas comunidades (SA y AI) la **Hmax es muy baja**. En lo que respecta a la equidad de especies (J') las dos comunidades de mamíferos presentaron los valores de equidad más altos, es decir la representatividad de cada una de las especies en ambos sitios (J'= 0.73, SA y J'=97, AI) fue variable. Lo anterior, es consistente con los valores de dominancia bajos. En cuanto al valor de riqueza estimado, el índice de Margalef (D_{Mg}), indica que en el SA la riqueza de mamíferos es baja al igual que en el AI.

Tabla 68. Resumen de los índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza calculados para las diferentes clases taxonómicas analizadas en el SA y AI.

Clase	Sitio	Diversidad calculada		Diversidad esperada		J'	D	Riqueza	
		H'	Clasificación	Hmax	Clasificación			D_{Mg}	Interpretación
Amphibia	SA	0.93	Muy baja	1.39	Muy baja	0.67	0.45	0.57	Baja
Reptilia	SA	1.24	Muy baja	1.95	Muy baja	0.64	0.37	1.38	Baja
	AI	1.07	Muy baja	1.39	Muy baja	0.77	0.40	0.92	Baja
Aves	SA	3.14	Alta	4.29	Muy alta	0.73	0.09	9.95	Alta
	AI	2.85	Moderada	3.87	Muy alta	0.74	0.09	6.10	Alta
Mammalia	SA	2.31	Baja	2.77	Moderada	0.83	0.13	3.20	Moderada
	AI	1.33	Muy Baja	1.39	Muy baja	0.96	0.27	0.96	Baja

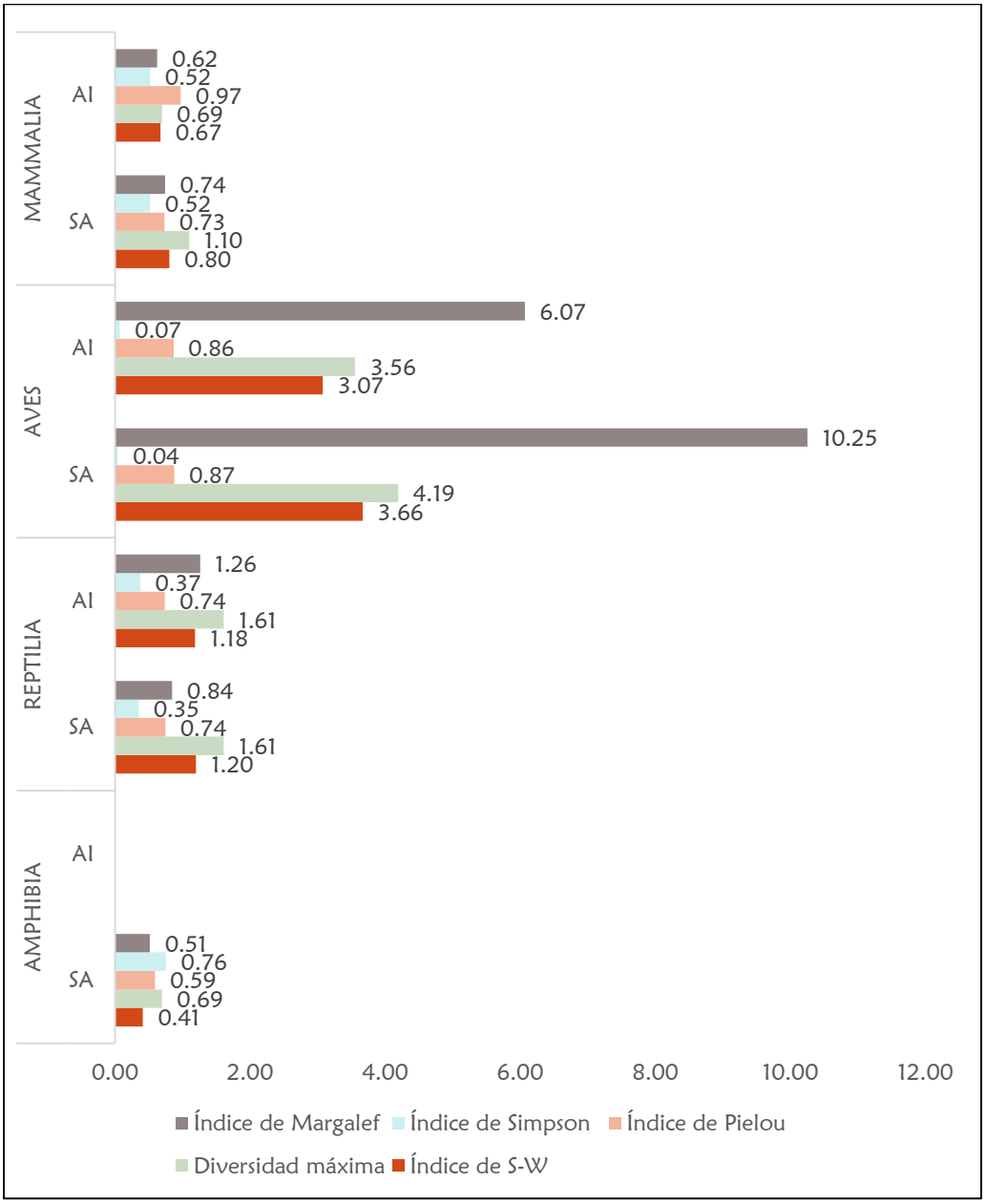


Figura 138. Gráfica comparativa de los índices de diversidad, equidad, dominancia y riqueza de especies en cada una de las comunidades de fauna silvestre analizados.

4.3.2.4 Acciones para la protección de la fauna silvestre

Si bien, el área donde se inserta el proyecto, corresponde a una zona notablemente perturbada por el tránsito vehicular, los asentamientos humanos adyacentes a la infraestructura vial, así como la fauna semiferal asociada a estos; resulta de vital importancia la ejecución de medidas preventivas y de mitigación, encaminadas a la protección de la fauna que aún persiste en los remanentes de vegetación nativa dentro del AI del proyecto.

En este sentido, se contemplan posibles afectaciones a la fauna silvestre, motivo por el cual durante el desarrollo del proyecto se contempla la ejecución de las siguientes medidas, esto con la finalidad de reducir y/o prevenir impactos negativos a las poblaciones de fauna silvestre que se distribuyen en el área de influencia. Asimismo, dichas medidas se describen detalladamente en el Capítulo 6 del presente estudio.

- **FA1** Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre
- **FA2** Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie
- **FA3** De detectarse nidos activos, se procederá al marcaje del árbol o árboles hospederos, para su monitoreo hasta el abandono del nido por parte de las crías.
- **FA4** Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio
- **FA5** Estará prohibido la introducción de especies exóticas
- **FA6** Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio

Durante las acciones de rescate, se deberá dar mayor énfasis a las especies vulnerables, como lo son aquellas que dado su ámbito hogareño reducido y baja capacidad de dispersión, son susceptibles de rescate y reubicación, estén o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, como lo son los reptiles y anfibios. Cabe señalar que, durante los trabajos de campo en el AI, no se registraron anfibios; sin embargo, no se descarta el registro de especies, mismas que se mencionan dentro del **Listado de fauna de probable ocurrencia** (**Anexo 6**), motivo por el cual, deberán ser consideradas prioritarias durante los trabajos de rescate y reubicación.

Lo anterior, es de vital de importancia, ya que, durante los recorridos en el AI se registró un ejemplar atropellado de herpetofauna (*Boa imperator;* Mazacuata) que, además de ser prioritaria de rescate y reubicación por tratarse de un taxón de baja capacidad de dispersión y ámbito hogareño reducido, también se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010**,** bajo el estatus de Amenazada, por lo tanto, durante la etapa de preparación del sitio se deberá dar énfasis a la búsqueda exhaustiva, rescate y reubicación de las especies vulnerables, esto con el fin de atenuar los impactos sobre la fauna silvestre del sitio durante la ejecución del proyecto. Las actividades de búsqueda y rescate, también deberán llevarse a cabo durante todo el proceso constructivo.

En lo que respecta a las zonas para la reubicación de fauna silvestre, debido a la escasa cobertura de vegetación nativa en el SA, se propone un polígono de reubicación, ubicado a una distancia de 3.8 km del AI (Tabla 69; Figura 139). La superficie propuesta, se caracteriza por presentar un cuerpo de agua cercano, así como cobertura vegetal que, de manera conjunta favorecerán la sobrevivencia de los ejemplares reubicados.

Tabla 69. Coordenadas UTM de los vértices del polígono propuesto para la reubicación de fauna silvestre.

Núm.	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	159256.08	2110822.45
2	159021.17	2110831.95
3	158858.60	2110855.18
4	158871.29	2111036.97
5	158827.29	2111313.64
6	158826.75	2111392.30
7	158922.41	2111412.13

Núm.	Coordenadas UTM	
	X	Y
8	158978.07	2111421.21
9	159069.49	2111419.35
10	159179.92	2111385.43
11	159247.70	2111357.80
12	159350.37	2111333.32
13	159397.51	2111317.73
14	159489.06	2111282.69
15	159477.73	2111094.93
16	159494.10	2110948.28
17	159498.74	2110910.33
18	159497.89	2110886.02



Figura 139. Polígono propuesto para la reubicación de los ejemplares de fauna silvestre.

4.3.2.5 Conclusión

El SA del proyecto, se caracteriza por presentar zonas notablemente impactadas por la ganadería, así como por la continua expansión de los asentamientos humanos. Al respecto, la fragmentación y perdida de hábitat han conducido al desplazamiento de la fauna hacia zonas más conservadas; en el caso del SA del proyecto, las superficies con mayor cobertura arbórea de vegetación nativa se encuentran aisladas y sus dimensiones son reducidas. Cabe mencionar que, si bien dichas zonas presentan una cobertura vegetal importante, está también presenta un grado de conservación variable, misma que se puede inferir a partir de la diversidad registrada durante los trabajos de campo.

Derivado de los muestreos de campo, en 18 transectos de muestreo (herpetofauna y mastofauna), así como de las 7 estaciones de fototrampeo (mamíferos) y 21 puntos de muestreo de aves; se registraron 78 especies de fauna silvestre; siendo la Clase Aves quien presentó la mayor riqueza específica con 67 taxones (SA, 66; AI, 35), seguida de la Clase Mammalia con tres especies (SA, 3 especies; AI, 2), Reptilia con seis especies (SA, 5; AI, 5) y, por último, Amphibia con dos taxones (SA, 2).

En lo que respecta a la diversidad de especies, la Clase Aves presentó los valores de diversidad más altos tanto en el SA como en el AI, **H'= 3.66 (diversidad muy alta; SA)** y **H'= 3.07 (alta; AI)**; seguido de los reptiles con **H'= 1.2 (muy baja; SA)** y **H'= 1.18 (muy baja; AI)**; los mamíferos con **H'= 0.80 (muy baja; SA)** y **H'= 0.67 (muy baja; AI)**; para el grupo de los anfibios solo se calculó un índice de diversidad para el SA, **H'= 0.41 (muy baja)**, ya que en el AI no se registraron especies de este grupo.

Sin embargo, con base en la revisión bibliográfica se determinaron las especies con distribución potencial para el área de estudio, mismas que deberán considerarse durante los trabajos de ahuyentamiento, rescate y reubicación, según corresponda (ver ***Anexo 6 Listado de fauna de probable ocurrencia***).

Con base en lo antes descrito, una vez aprobado el proyecto, será de vital importancia llevar a cabo la implementación de acciones de ahuyentamiento principalmente de aves y mamíferos medianos, así como el rescate y reubicación de los grupos faunísticos de anfibios y reptiles, ya que debido a su escasa vagilidad y ámbitos hogareños reducidos, son los grupos más vulnerables a la transformación de su hábitat. De igual manera, se deberá llevar a cabo el rescate y reubicación de mamíferos pequeños, y en general de aquellos organismos que, dada la naturaleza del proyecto, pudieran eventualmente ser susceptibles de rescate y reubicación.

4.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El análisis del medio socioeconómico permite describir la situación social y económica de los municipios que integran o se encuentran dentro del Sistema Ambiental del proyecto (SA), basado en factores como demografía, educación, economía y servicios urbanos, estos datos permitirán conocer cuales localidades cuentan o no con estos servicios y sus carencias y las principales actividades económicas que se desarrollan en los municipios, se describen los indicadores socioeconómicos que permiten evaluar la calidad de vida de las poblaciones. Esto ayuda a comprender su entorno social, necesidades y cómo pueden ser afectadas por el desarrollo del proyecto en cuestión.

Uno de los objetivos del proyecto es mejorar la conectividad, reduciendo los congestionamientos, así como la movilidad de mercancías y la sociedad en general, ofreciendo una mejora eficiente, económica y amigable con el ambiente para impulsar y mejorar la comunicación entre comunidades.

El sistema ambiental delimitado para el proyecto comprende una superficie total de 10 207.10 ha en el estado de Veracruz, abarcando los municipios de Boca del Río, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo y Veracruz. Específicamente las gasas proyectadas se encuentran en el municipio de Medellín de Bravo.

4.4.1 Población

En 2020, la población en México fue de 126,014,024 habitantes (48.8% hombres y 51.2% mujeres). En comparación a 2010, la población en México creció un 12.2% (DATA-MÉXICO, 2025).

El desarrollo poblacional se refiere a las variaciones de la población y sus diversos niveles de desarrollo. Este fenómeno es impulsado por factores como la fecundidad, la mortalidad, la migración y las mejoras en la calidad de vida, y tiene profundas implicaciones en la demanda de recursos, el desarrollo económico, el bienestar social y el medio.

Tabla 70. Población de acuerdo al censo 2020 de INEGI.

Municipio	Población total	Proporción estatal (%)	Tasa de crecimiento (%) 2015 - 2020	Hombres	Mujeres
Boca del Río	144 550	1.79	0.33	67 985	76 565
Jamapa	11 132	0.14	-0.41	5 420	5 712
Manlio Fabio Altamirano	23 918	0.3	0.43	11 737	12 181
Medellín de Bravo	95 202	1.18	4.79	45 685	49 517
Veracruz	607 209	7.53	-0.09	287 664	319 545

Fuente: (INEGI, 2020)

Como se puede observar en la tabla anterior, en general se tienen tasas de aumento poblacional bajas, siendo la más alta en Medellín con 4.79%, dándose incluso el caso de una disminución poblacional en Jamapa y Veracruz. Si bien no se conocen las causas particulares, en general a nivel global se ha observado una reducción de la tasa de natalidad.

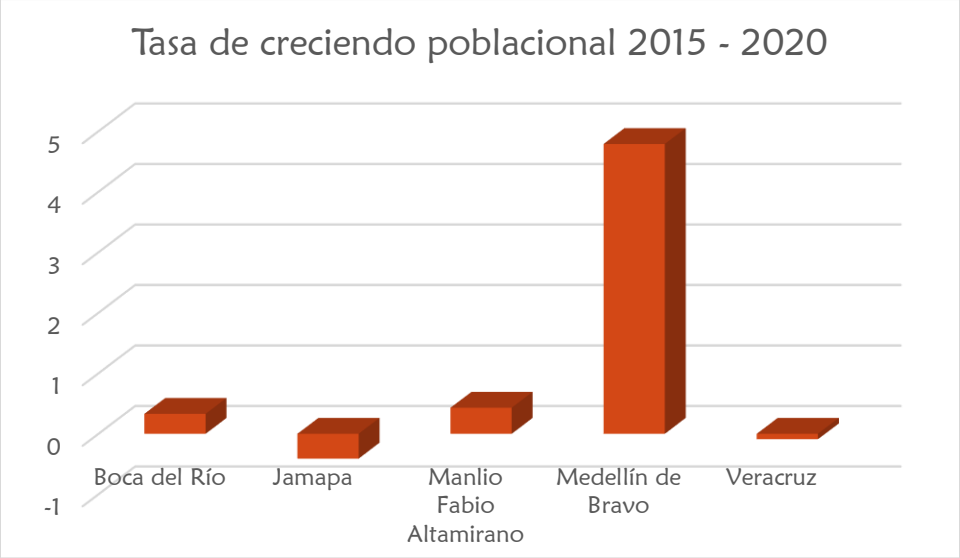


Figura 140. Tasa de crecimiento poblacional 2015 -2020

4.4.1.1 Población de habla indígena

A continuación, se presenta la información de hablantes de alguna lengua indígena de acuerdo al censo 2020.

Tabla 71. Población indígena en los municipios del SA de acuerdo al censo 2020 de INEGI.

Municipio	Población indígena total o que habla alguna lengua indígena	Hombres	Mujeres	Hablantes de lengua indígena que no hablan español (%)	Lengua
Boca del Río	1 935	770	376	2.08	No especificado

Municipio	Población indígena total o que habla alguna lengua indígena	Hombres	Mujeres	Hablantes de lengua indígena que no hablan español (%)	Lengua
Jamapa	13	4	9	0.00	No especificado
Manlio Fabio Altamirano	36	13	23	2.78	No especificado
Medellín de Bravo	415	194	221	0.24	No especificado
Veracruz	4 141	1 977	2 164	0.92	Náhuatl

Fuente: (INEGI, 2020)

De acuerdo al censo 2020, en México las lenguas indígenas más habladas fueron náhuatl (1,675,036 habitantes), Maya (800,533 habitantes) y Tseltal (672,595 habitantes) (DATA-MÉXICO, 2025)

Para los municipios de interés se reportan personas hablantes de lengua indígena, siendo náhuatl la única identificada. La mayoría de dichas personas se encuentran en los municipios de Boca del Río y Medellín de bravo.

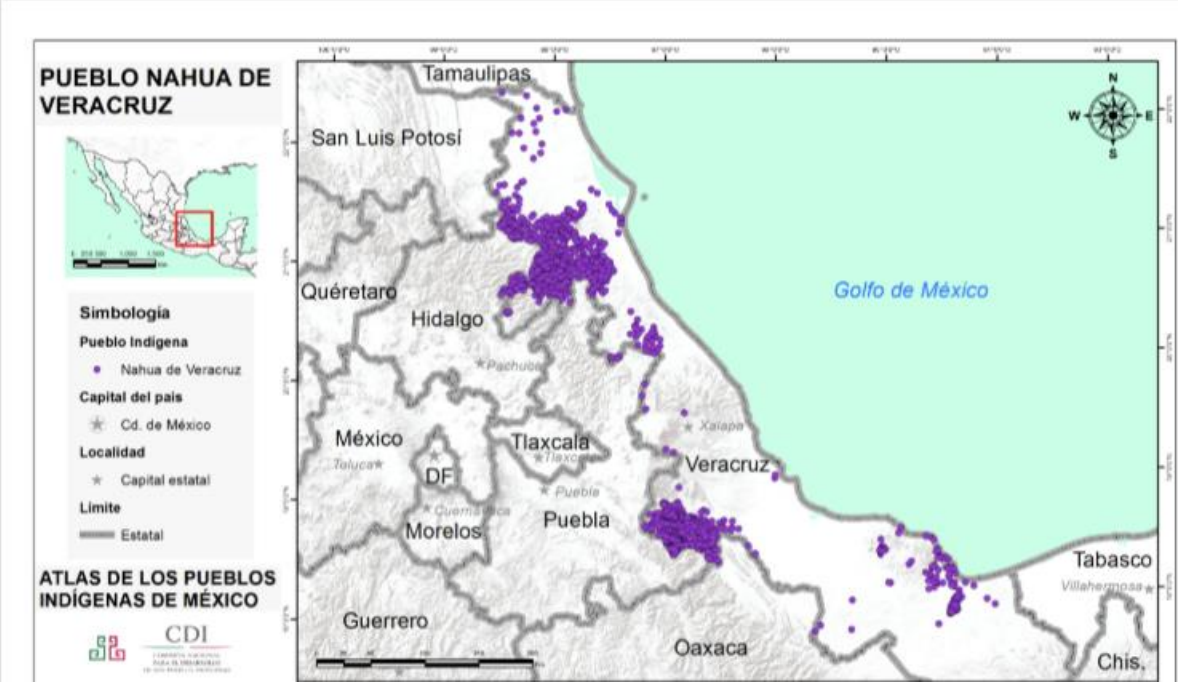


Figura 141. Ubicación de los pueblos nahuas en el estado de Veracruz.

Aunque en información del censo 2020 se documentó presencia de hablantes de lenguas indígenas en los 5 municipios que se incluyen en el área de influencia al hacer una revisión en el catálogo nacional de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas (INPI, 2025), no se encontró información de la presencia de comunidades indígenas reconocidas en dichos municipios. Sin embargo, dada la lengua que se habla en la zona del sistema ambiental nos referiríamos a personas de la comunidad nahua, que habitan de manera dispersa sin un núcleo fijo.



Figura 142. Consulta de presencia de comunidades indígenas en los municipios del sistema ambiental.

4.4.1.2 Vivienda

A continuación, se presenta la información del censo 2020 respecto a la vivienda de la población en los municipios del sistema ambiental.

Tabla 72. Situación de la vivienda en los municipios del SA.

Municipio	Total, de viviendas	Con agua entubada	Con drenaje	Con energía eléctrica	Con internet
Boca del Río	47 758	47 490	47 450	47 119	34 759
Jamapa	3 613	3 358	3 277	3 516	1016
Manlio Fabio Altamirano	7 624	7 552	7 310	7 528	2 105

Municipio	Total, de viviendas	Con agua entubada	Con drenaje	Con energía eléctrica	Con internet
Medellín de Bravo	32 211	31 971	31 721	31 813	16 509
Veracruz	201 785	200 265	199 124	198 241	127 192

Fuente: (INEGI, 2020)

La mayoría de las viviendas censadas en el 2020 en los municipios de interés presentaron casi todos los servicios básicos, adicionalmente, una buena parte de ellos presenta acceso a internet.

4.4.1.3 Calidad de vida

Los indicadores principales para la calidad de vida en México incluyen el Índice de Desarrollo Humano (IDH), que evalúa salud, educación e ingresos, y los Indicadores de Bienestar del INEGI, que miden factores como vivienda, empleo, seguridad y satisfacción con la vida.

A continuación, se presentan los índices de desarrollo humano en los municipios del sistema ambiental en el periodo 2010-2020.

Tabla 73. Indicadores de calidad de vida en los municipios del SA.

Municipio	Índice de desarrollo humano			Grado de desarrollo humano		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Boca del Río	0.801	0.826	0.797	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Jamapa	0.662	0.668	0.704	Medio	Medio	Alto
Manlio Fabio Altamirano	0.632	0.667	0.688	Medio	Medio	Medio
Medellín de Bravo	0.730	0.749	0.755	Alto	Alto	Alto
Veracruz	0.797	0.803	0.783	Alto	Muy alto	Alto

Fuente: (PNUD, 2023)

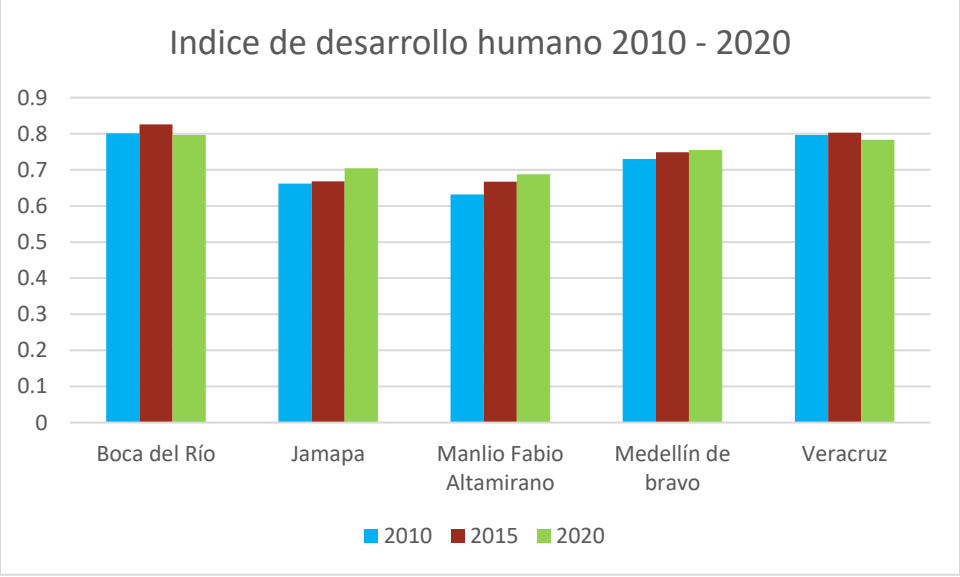


Figura 143. Evolución del índice de desarrollo humano en los municipios del sistema ambiental.

Como se puede observar, dichos índices han variado en cada municipio, siendo que, en Jamapa, Manlio Fabio Altamirano y Medellín han aumentado y en Boca del Río y Veracruz aumentaron para luego reducirse en 2020.

4.4.1.4 Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de México fueron Secundaria (25.8M personas o 29.1% del total), Primaria (20M personas o 22.6% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (19.6M personas o 22.1% del total) (DATA-MÉXICO, 2025). A continuación, se presenta el número de escuelas en los municipios de interés.

Tabla 74. Numero de escuelas en cada uno de los municipios del SA.

Municipio	Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Universidad o equivalente	Posgrado
Boca del Río	76	80	34	26	12	1
Jamapa	12	18	6	3	0	0
Manlio Fabio Altamirano	21	39	14	3	0	1
Medellín de Bravo	44	56	20	7	1	0
Veracruz	227	292	127	93	29	2

Fuente: (DGPE, 2022)

Como se puede observar el municipio con mayor número de escuelas es Boca del Río y el de menor número de escuelas Manlio Fabio Altamirano.



Figura 144. Escuela primaria detectada en la zona del sistema ambiental.

Respecto a la matrícula escolar, la misma estuvo distribuida de la siguiente manera:

Tabla 75. Matrícula escolar por nivel académico en cada uno de los municipios del SA.

Municipio	Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Universidad o equivalente	Posgrado
Boca del Río	3 303	12 688	6 242	8 079	16 143	499
Jamapa	223	1 124	544	0	0	0
Manlio Fabio Altamirano	422	2 085	763	217	0	0
Medellín de Bravo	1 752	7 054	2 844	1218	410	0
Veracruz	11 381	52 242	25 355	20 044	25 022	2 841

Fuente: (DGPE, 2022)

De acuerdo a datos de (DATA-MÉXICO, 2025) en el periodo escolar 2021-2022 los estados con mayor número de egresados fueron Ciudad de México (13.2%, 59,449 egresados), Estado de México (10.6%, 47,727 egresados) y Veracruz de Ignacio de la Llave (5.3%, 23,951 egresados).

Por contraparte, a continuación, se presentan los datos de deserción escolar de preescolar a secundaria en los municipios del sistema ambiental.

Tabla 76. Deserción escolar del ciclo escolar 2020 – 2021 en los municipios del SA.

Municipio	Preescolar	Primaria	Secundaria
Boca del Río	0.8	4	8.30
Jamapa	0.00	4.5	1.80
Manlio Fabio Altamirano	0.00	0.2	1.60
Medellín de bravo	0.00	1.5	13.10
Veracruz	0.00	1.5	3.9

Fuente: (DGPE, 2022)

Como se puede observar en la tabla anterior y figura siguiente, la mayor deserción se presenta en Boca del Río y la menor en Manlio Fabio Altamirano.

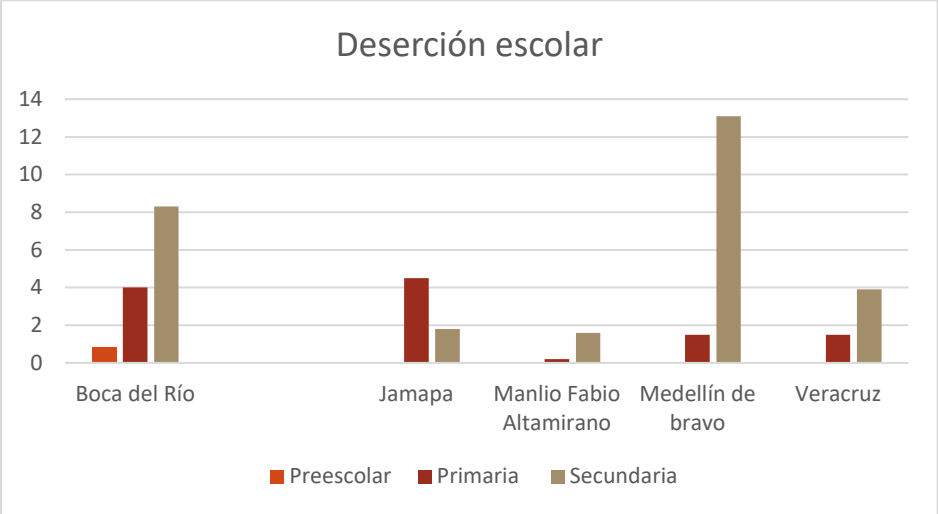


Figura 145. Deserción escolar en los municipios de sistema ambiental.

Como se puede apreciar en la figura anterior, el municipio en el cual se ha detectado la mayor deserción es Medellín y en el que ha habido menor es en Manlio Fabio Altamirano.

4.4.1.5 Salud

En México, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (39.6 millones), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (36.2 millones) y Consultorio de farmacia (20 millones) (DATA-MÉXICO, 2025)

A continuación, se presenta la cantidad de unidades de salud en ellos municipios del sistema ambiental.

Tabla 77. Unidades de salud existentes en el año 2021 en los municipios del SA.

Municipio	Hospital general	Hospital especialidad	Médicos
Boca del Río	2	1	689
Jamapa	0	0	8
Manlio Fabio Altamirano	0	0	16
Medellín de Bravo	0	0	31
Veracruz	3	2	1 804

Fuente: (SIEGVER, 2023)

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que el municipio con mayor número de hospitales es Veracruz y en casos como Jamapa, Manlio Fabio Altamirano y Medellín de Bravo no se cuenta con ningún hospital general o de especialidad.



Figura 146. Unidad de salud ubicada en los alrededores del sistema ambiental.

Una métrica adicional para conocer el acceso a los servicios de salud es la cantidad de médicos por cada 1000 habitantes. A continuación, se presentan los datos de cada uno de los municipios de interés.

Tabla 78. Proporción de médicos por cada 1000 habitantes en los municipios del SA.

Municipio	Médico por cada 1000 habitantes	Población derechohabiente	Población usuaria de servicios médicos
Boca del Río	0.2	22 045	159 551
Jamapa	1.4	481	7 135
Manlio Fabio Altamirano	1.5	15 704	24 758
Medellín de Bravo	3.1	8 335	45 428
Veracruz	0.3	372 384	483 392

Fuente: (SIEGVER, 2023)

Como se observa en la tabla anterior, la mayor cantidad de médicos por cada mil habitantes se presenta en Medellín de Bravo y la menor cantidad en Boca del Río.



Figura 147. Servicios médicos particulares detectados en los alrededores del sistema ambiental.

4.4.1.6 Índice de pobreza

En 2020, 35.4% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 9.05% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 26.3%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 7.72%. Las principales carencias sociales de México en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación (DATA-MÉXICO, 2025)

A continuación, se presentan las proporciones de pobreza en cada uno de los municipios del SA.

Tabla 79. Proporción de personas en situación de pobreza en los municipios del SA.

Municipio	Población en situación de pobreza	Porcentaje	Población en situación de pobreza extrema	Porcentaje
Boca del Río	46 393	35.10	5 292	4.00
Jamapa	6 780	55.20	1 333	10.80
Manlio Fabio Altamirano	14 408	56.10	3 127	12.20
Medellín de Bravo	37 415	39.80	6 716	7.10
Veracruz	229 551	41.00	200 134	5.30

Fuente: (SIEGVER, 2023)

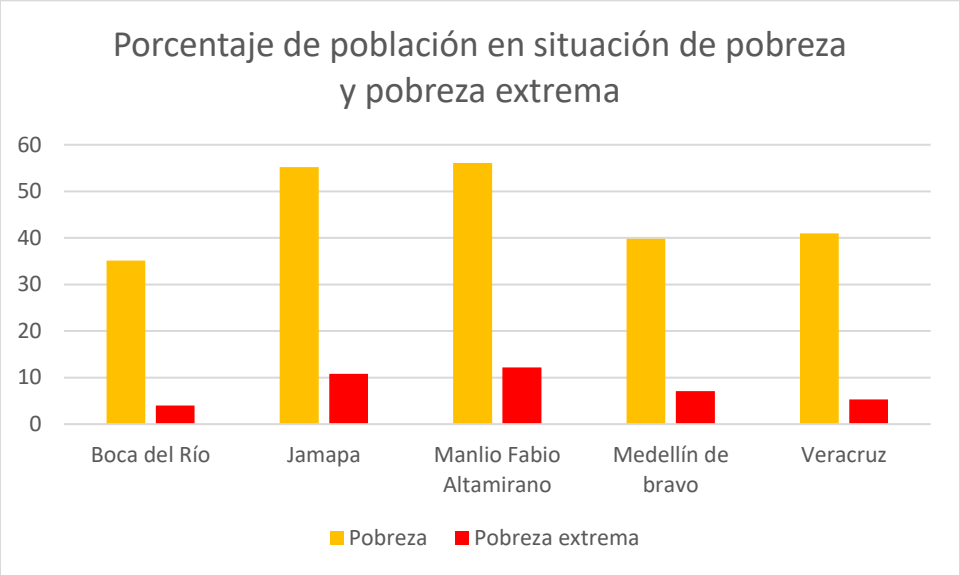


Figura 148. Porcentaje de la población en situación de pobreza y pobreza extrema en los municipios del sistema ambiental.

Como se puede observar en la figura y tabla anteriores, el municipio con mayor proporción de población en situación de pobreza es Manlio Fabio Altamirano y el de menor proporción Boca del Río.

4.4.1.6.1 Rezago social 2020

A continuación, se presentan los datos de rezago social documentados en los municipios del sistema ambiental de acuerdo al censo 2020.

Tabla 80. Grado de rezago social en 2020 en los municipios del SA.

Municipio	Grado de rezago social	Lugar a nivel estatal
Boca del Río	Muy bajo	212
Jamapa	Bajo	177
Manlio Fabio Altamirano	Bajo	173
Medellín de Bravo	Muy bajo	205
Veracruz	Muy bajo	210

Fuente: (SIEGVER, 2023)

De la tabla anterior podemos notar que todos los municipios del SA presentan un grado de rezago social bajo y muy bajo, estando todos en los lugares del 173 al 212 a nivel nacional.

4.4.1.6.2 Desigualdad social

Una de las métricas para conocer la desigualdad social es el coeficiente o índice de Gini (es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos). Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población. En 2022, los estados de México con menor desigualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Tlaxcala (0.344), Jalisco (0.366), Guanajuato (0.370), Colima (0.377) y Estado de México (0.382). Por otro lado, los estados con menor igualdad social por esta métrica,

fueron: Chiapas (0.467), Ciudad de México (0.463), Guerrero (0.450), Oaxaca (0.446) y Campeche (0.442).

Veracruz, de manera general, mantiene un índice de GINI cercano a 0.42.

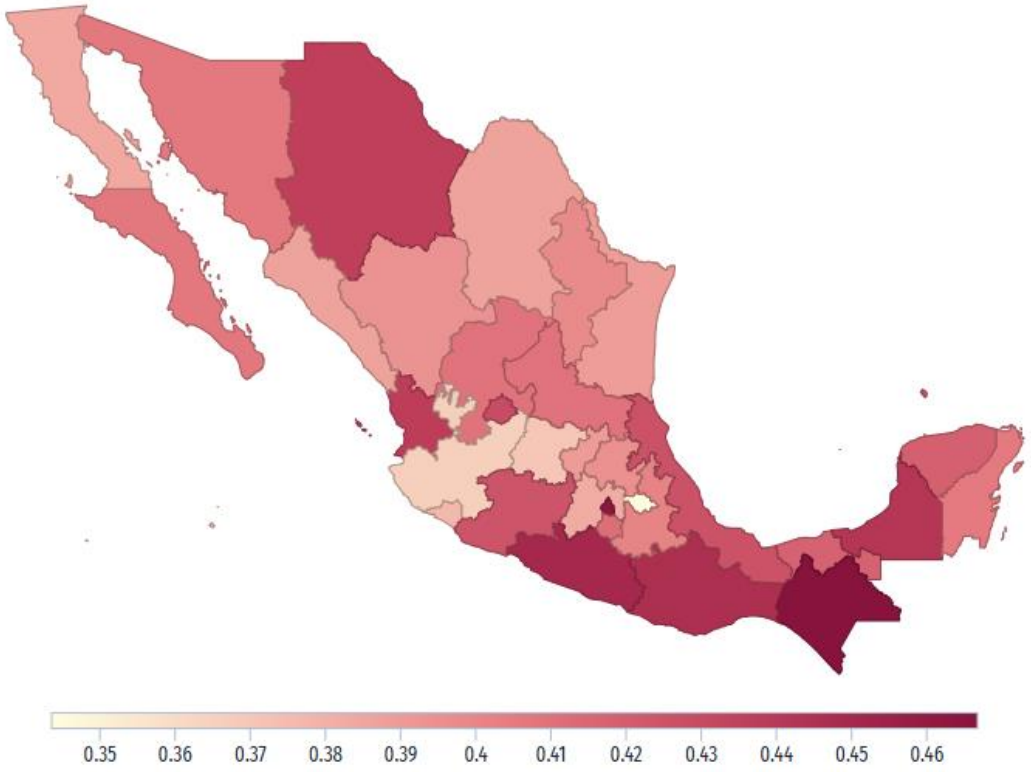


Figura 149. Índice de GINI 2022 en México. Fuente: (DATA-MÉXICO, 2025)

4.4.1.6.3 Marginación

La tasa de analfabetismo de México en 2020 fue 4.73%. Del total de población analfabeta, 39.9% correspondió a hombres y 60.1% a mujeres (DATA-MÉXICO, 2025).

Tabla 81. Grado de marginación en el año 2020 en los municipios del SA.

Municipio	Grado de marginación	Índice de marginación	Lugar estatal	Lugar nacional	Grado de analfabetismo (%)
Boca del Río	Muy bajo	59.90	212	2412	2.40
Jamapa	Medio	54.40	136	1 234	8.10
Manlio Fabio Altamirano	Bajo	55.40	163	1 496	7.90
Medellín de Bravo	Muy bajo	58.20	204	2 205	3.40
Veracruz	Muy bajo	59.20	209	2 350	2.40

Fuente: (CONAPO, 2020)

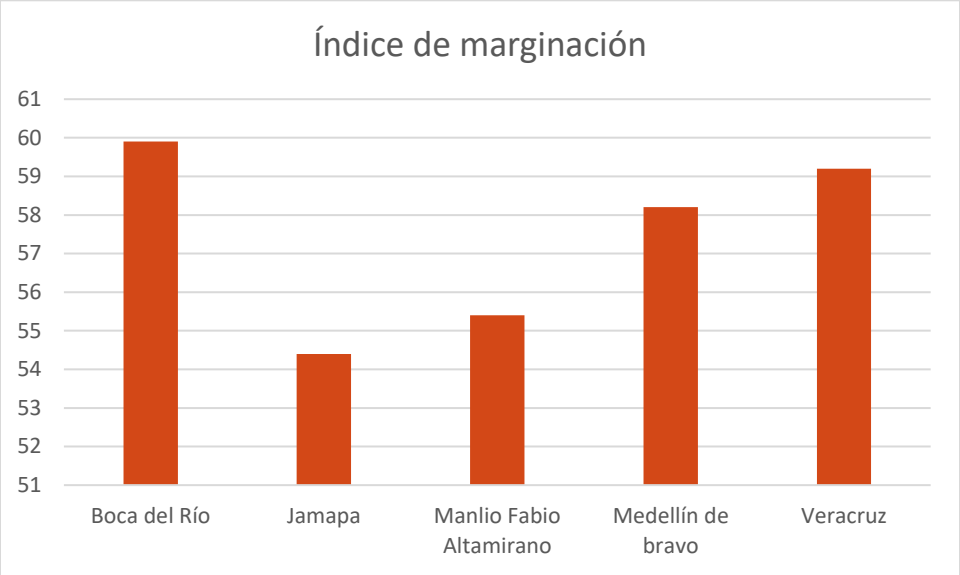


Figura 150. Índice de marginación en los municipios del sistema ambiental.

Como se puede observar en la figura y tabla anteriores, el municipio del SA con mayor marginación es Jamapa y el de menor marginación es Boca del Río.

4.4.1.7 Economía

Se presentan en la siguiente tabla las distribuciones de cada uno de los sectores económicos participantes en cada uno de los municipios de interés.

Tabla 82. Proporción de participación de los 3 sectores económicos en cada uno de los municipios del SA.

Municipio	Primario (%)	Secundario (%)	Terciario (%)
Boca del Río	0.60	20.00	77.60
Jamapa	20.50	18.90	59.00
Manlio Fabio Altamirano	20.80	27.50	48.90
Medellín de Bravo	7.10	19.80	70.70
Veracruz	0.80	18.10	79.00

Fuente: (INEGI, 2020)

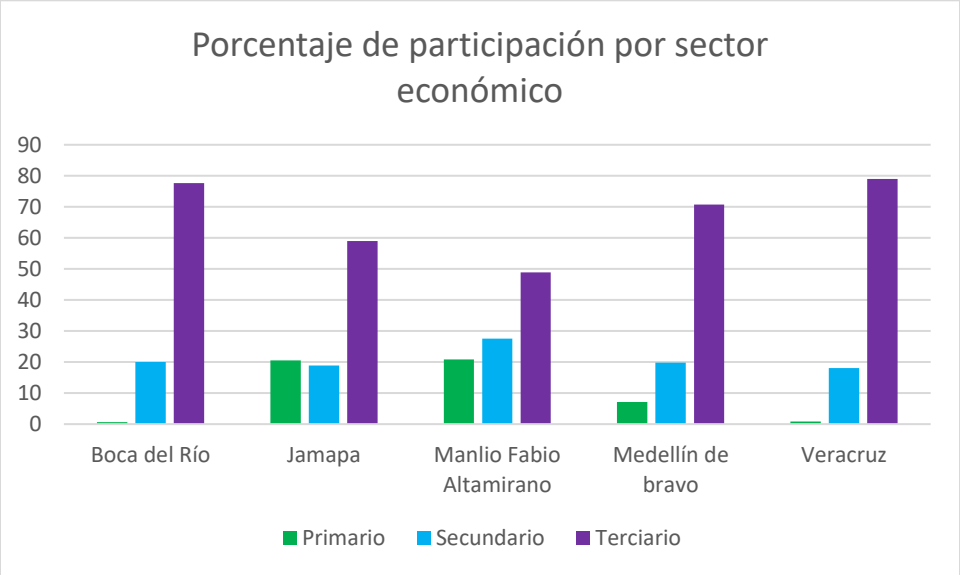


Figura 151. Porcentaje de participación por sector económico en los municipios del sistema ambiental.

Como se pudo observar en la tabla y figuras anteriores, en todos los municipios el principal sector económico es el de servicios y en su mayoría el de menor participación el agropecuario.

De acuerdo a datos de (DATA-MÉXICO, 2025) en el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en México fue 59.2%, lo que implicó una disminución de 0.74 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.9%).

A continuación, se presentan los datos de PEA y ocupación en los municipios de interés.

Tabla 83. Población económicamente activa y tasa de ocupación en los municipios del SA.

Municipio	Población económicamente activa (PEA)	PEA ocupada	Tasa de participación económica (%)	Tasa de ocupación (%)
Boca del Río	75 847	74 200	60.90	97.80
Jamapa	5 278	5 188	58.40	98.30
Manlio Fabio Altamirano	11 241	10 963	56.80	97.50
Medellín de Bravo	51 422	50 617	65.60	98.40
Veracruz	319, 865	312, 163	62.40	97.60

Fuente: (INEGI, 2020)

Como se notó en la tabla anterior, la mayor tasa de participación económica se encuentra en el municipio de Medellín de Bravo y la menor en el municipio de Jamapa. Respecto a la tasa de ocupación la mayor se presenta en el municipio de Medellín de Bravo y la menor en el municipio de Manlio Fabio Altamirano.

4.4.1.7.1 Producción agrícola

Los siguientes datos muestran los principales productos agrícolas y ganaderos reportados para los municipios del sistema ambiental.

Tabla 84. Producción de maíz en los municipios del SA.

Municipio	Superficie cosechada (ha)	Volumen en toneladas	Valor miles de pesos
Boca del Río	-	-	-
Jamapa	2 093.60	54 414.60	94 130.60
Manlio Fabio Altamirano	3 095	16 235.50	73 871.20
Medellín de Bravo	-	-	-
Veracruz (grano)	617.40	3 399.00	15 558.70
Veracruz (forraje)	561.00	16 700.90	14 488.20

Fuente: (SADER, 2023)

Respecto a la producción de maíz el municipio que más produce es Jamapa con 54 414.60 ton cultivadas en 2093.60 hectáreas.



Figura 152. Zona de producción de maíz con labores previas de preparación del suelo.

Tabla 85. Producción de caña de azúcar en los municipios del SA.

Municipio	Superficie cosechada (ha)	Volumen en toneladas	Valor miles de pesos
Boca del Río	-	-	-
Jamapa	422.60	35 033.80	31 702.20
Manlio Fabio Altamirano	4 069.90	400 580.50	363 011.50
Medellín de Bravo	1 842.00	167 622.00	151 798.50
Veracruz	391.80	37 205.20	33 704.00

Fuente: (SADER, 2023)

Respecto a la producción de caña de azúcar el municipio que más produce es Manlio Fabio Altamirano con 400 580.50 toneladas, cultivadas en 4069.90 hectáreas.

Tabla 86. Producción de mango en los municipios del SA.

Municipio	Superficie cosechada (ha)	Volumen en toneladas	Valor miles de pesos
Boca del Río	-	-	-
Jamapa	335.00	5 360	31 091.40
Manlio Fabio Altamirano	-	-	-
Medellín de Bravo	-	-	-
Veracruz	-	-	-

Fuente: (SADER, 2023)

El único municipio productor de mango fue Jamapa con 5 360 toneladas en 335 hectáreas cultivadas.



Figura 153. Cultivo de papaya detectado dentro del sistema ambiental.

Tabla 87. Producción de pastos y praderas en los municipios del SA.

Municipio	Superficie cosechada (ha)	Volumen en toneladas	Valor miles de pesos
Boca del Río	-	-	-
Jamapa	-	-	-
Manlio Fabio Altamirano	969.00	32 447.30	31 636.10
Medellín de Bravo	-	-	-
Veracruz	-	-	-

Fuente: (SADER, 2023)

El único municipio productor de pasto fue Manlio Fabio Altamirano con 32 447.30 toneladas en 969 hectáreas cultivadas.



Figura 154. Cultivo de sorgo forrajero detectado en los alrededores del sistema ambiental.

4.4.1.7.2 Producción ganadera

Tabla 88. Producción de bovinos en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	-	15 712.40
Jamapa	760.60	49 473.60
Manlio Fabio Altamirano	3 552.60	238 544.00
Medellín de Bravo	2 866.30	190 628.00
Veracruz	2 007.40	132 080.00

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de ganado bovino fue Manlio Fabio Altamirano con un valor de 238 544 miles de pesos.



Figura 155. Ganado bovino en producción extensiva documentado en el sistema ambiental.

Tabla 89. Producción de cerdos en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	107.30	5 258.40
Jamapa	343.30	16 736.50
Manlio Fabio Altamirano	939.10	45 479.80
Medellín de Bravo	1 125.00	54 575.20
Veracruz	416.80	20 365.50

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de ganado porcino fue Medellín de Bravo con un valor de 54 575.20 miles de pesos.

Tabla 90. Producción de borregos en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	4.9	373.30
Jamapa	14.5	1 104.60
Manlio Fabio Altamirano	19.70	1 507.80
Medellín de Bravo	32.30	2 463.90
Veracruz	11.20	854.90

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de ovino porcino fue Medellín de Bravo con un valor de 2 463.90 miles de pesos.



Figura 156. Ganado ovino detectado en el sistema ambiental.

Tabla 91. Producción de cabras en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	2.2	159.10
Jamapa	2.4	175.40
Manlio Fabio Altamirano	3.4	246.60
Medellín de Bravo	2.5	177.80
Veracruz	1.6	116.00

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de ganado caprino fue Medellín de Bravo con un valor de 177.80 miles de pesos.

Tabla 92. Producción de pollo en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	9.3	297.90
Jamapa	229.50	7 633.10
Manlio Fabio Altamirano	313.90	10 841.40
Medellín de Bravo	1 003.40	34 706.40
Veracruz	19.40	598.40

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de pollo fue Medellín de Bravo con un valor de 34 706.40 miles de pesos.

Tabla 93. Producción de guajolotes en los municipios del SA.

Municipio	Volumen de producción de carne en canal (ton)	Valor de producción de carne en canal miles de pesos)
Boca del Río	1.10	78.00
Jamapa	6.90	505.10
Manlio Fabio Altamirano	7.90	578.5
Medellín de Bravo	6.30	465.90
Veracruz	3.30	240.80

Fuente: (SADER, 2023)

El mayor productor de guajolotes fue Manlio Fabio Altamirano con un valor de 578.50 miles de pesos.



Figura 157. Sector servicios documentado en los alrededores del sistema ambiental.

4.4.1.8 Conclusiones

La construcción de las gasas complementarías del entronque se consideran como un elemento clave para el desarrollo socioeconómico de la región, aportando beneficios significativos en localidades urbanas y rural debido a la mejora en el tránsito de vehículos para transporte de personal y mercancías.

Si bien el grado de desarrollo humano se considera de medio, alto y muy alto, la implementación del proyecto permitirá aumentarlo en aquellas zonas en las que se evaluó en menor medida.

La mejora en los servicios como el comercio y el sector salud se espera se presente al tener una mejor red vial de comunicación lo que permitirá un mayor y más rápido movimiento de mercancías.

Se considera de gran importancia este proyecto ya que modernizará y mejorará el flujo vehicular en dos carreteras con alto flujo vehicular dada la conexión con el puerto de Veracruz y la conexión hacia la ciudad de México.

4.5 PAISAJE

El paisaje se puede identificar como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (MOPT, 1993).

El paisaje es una porción de espacio que ve el observador, la observación puede ser in situ (por ejemplo, cuando se va a una montaña y se observa todo el valle) o ex situ (una fotografía del paisaje de nuestro agrado). Esto le otorga cierta subjetividad, ya que es interpretado por los intereses y afinidades de quien lo observa, sirve además para comprender procesos biofísicos y culturales en una misma panorámica (Urquijo, 2014).

El análisis de los impactos ambientales en el paisaje debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. Existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Para este proyecto se abordaron los criterios de: **calidad paisajística o calidad visual, visibilidad o cuenca visual y fragilidad del paisaje**, los cuales fueron descritos a partir de una evaluación desarrollada durante el levantamiento de campo realizado y el trabajo en gabinete.

1. CALIDAD PAISAJÍSTICA O CALIDAD VISUAL.

Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende como el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (Blanco, 1979).

La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar.

2. VISIBILIDAD O CUENCA VISUAL.

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. La visibilidad engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Su determinación delimita los impactos que puedan derivarse de la alteración de las vistas de los puntos de observación con un nuevo elemento artificial.

Algunas de las técnicas que se emplean para evaluar a este criterio son: observación directa *in situ*, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y búsqueda por cuadrículas. Sus usos dependen de las características de cada lugar y de la información disponible. Para **la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, de la autopista Córdoba - Veracruz** se utilizó la técnica de observación directa *in situ*.

3. FRAGILIDAD DEL PAISAJE.

La fragilidad de un paisaje es la "susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él". Se la puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio (Aguiló *et al.*, 1993).

Es el conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Normalmente, los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

Se muestra a continuación la metodología que se empleó para exponer el estado del paisaje de una forma cuantitativa y objetiva.

Para evaluar el paisaje del área donde se ejecutará el proyecto se llevaron a cabo dos etapas:

1. Registros de Campo.
2. Trabajo de Gabinete.

El desarrollo de cada una de estas etapas se describe a continuación:

1. Registros de campo

Durante el levantamiento de campo se recorrió en su totalidad toda el área que ocupa el entronque Paso del Toro, asimismo, se registraron los sitios más relevantes que se localizan dentro del sistema ambiental (SA) y en los que se pudo tener acceso, para el registro de los datos que contribuirán para la evaluación del paisaje, se consideraron algunos recursos visuales de la zona los cuales fueron:

- ***Áreas de interés escénico:*** se definen como zonas o sectores que por sus características (forma, línea, textura, color y otros) otorgan importante grado de valor estético al paisaje.

- ***Marcas visuales de interés:*** son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico adquieren significancia para el observador.

- ***Cubierta vegetal dominante:*** se refiere a las formaciones vegetales que son relevantes dentro del paisaje.

- ***Cuerpos de agua:*** se refiere a la presencia del agua en el paisaje en cualquiera de sus formas (lagos, ríos, arroyos, etc.).

- ***Intervención humana:*** son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, áreas verdes, etc.) que pueden participar en la escena como elemento estéticamente positivo o negativo.

2. Trabajo de Gabinete

En esta etapa se llevó a cabo la recopilación y análisis de los datos recabados en el levantamiento de campo, donde se tomó en cuenta cada uno de los siguientes puntos:

a. Caracterización de las unidades de muestreo influenciadas por el proyecto, en virtud de sus características visuales básicas como colores, formas, texturas, líneas y espacios.

b. Determinación de la calidad visual de las unidades definidas. Para tener claridad en el concepto, se entenderá por calidad visual a la belleza o valor escénico que posee un paisaje en un momento determinado y previo a cualquier tipo de modificación.

c. Se realizó una matriz de calidad del paisaje con los datos obtenidos, generando la evaluación de la calidad del paisaje para cada unidad.

4.5.1 Calidad paisajística

4.5.1.1 Metodología para determinar la calidad del paisaje

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas (formas, línea, color, textura) y de los componentes del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana). Con dicha información se ejecuta una evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual, se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área en estudio. Para determinar la calidad visual del paisaje (CVP), se evaluaron 7 factores ambientales y uno antrópico con una escala total de 5 puntos, lo que permitió conocer de manera independiente el valor que representó para el observador cada uno de los elementos considerados que componen el entorno inmediato en toda la extensión del proyecto.

Los criterios de valoración y la escala de referencia utilizada se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 94. Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM).

FACTORES	CRITERIOS PARA LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
GEOMORFOLOGÍA: G	Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
VEGETACIÓN: V	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterado.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

FACTORES	CRITERIOS PARA LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
FAUNA: F	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
AGUA: A	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
COLOR: C	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
FONDO ESCÉNICO: E	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

FACTORES	CRITERIOS PARA LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
SINGULARIDAD O RAREZA: S	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1
ACTIVIDADES HUMANAS: H	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor = 5	Valor = 4	Valor = 3	Valor = 2	Valor = 1

Para disponer la asignación de los valores a cada factor, se empleó una escala de 5 puntos (valor) correspondientes a 5 criterios para una mayor precisión al momento de evaluar; ya con los criterios, se elaboró una escala cualitativa y cuantitativa según el rango mínimo (8 puntos) y máximo (40 puntos) de calidad de acuerdo con un paisaje en óptimas condiciones o en completo estado de perturbación, degradación y fragmentación.

Tabla 95. Escala definida para determinar la calidad visual del paisaje.

CATEGORÍA	PUNTUACIÓN (VALOR)
MUY ALTA	33.6 - 40.0
ALTA	27.2 - 33.5
MEDIA	20.8 - 27.1
BAJA	14.4 - 20.7
MUY BAJA	8.0 - 14.3

4.5.1.1.1 Sitios de evaluación

Los sitios de evaluación utilizados para determinar la calidad visual del paisaje fueron seleccionados de manera aleatoria durante el levantamiento de campo, cubriendo distintos puntos dentro del área donde se realizará la modernización del entronque Paso del Toro (Área del proyecto (AP)), así como en diversas zonas del Área de Influencia (AI) y del Sistema Ambiental (SA). La selección de los sitios dentro del SA se realizó con base en la relevancia visual y la representatividad del entorno, según el criterio técnico del observador.

En total, se registraron **8 sitios de evaluación: 2 ubicados dentro del área del proyecto, 2 en el área de influencia, y 4 en el Sistema Ambiental (SA).** Estos sitios reflejan las características más representativas de la calidad paisajística en las zonas evaluadas.

La ubicación de estas áreas se presenta en la Tabla 96, Figura 158 y Figura 159, mediante sus respectivas coordenadas UTM, zona 14N, DATUM WGS84.

Tabla 96. Sitios de evaluación del paisaje.

SITIOS DE EVALUACIÓN (SE)	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM ZONA 14 N	
		X	Y
SE1	AI	794878.06	2112622.02
SE2	GAZA 2	794859.24	2112461.53
SE3	GAZA 3	794960.48	2112301.22
SE4	AI	795063.98	2112431.75
SE5	SA1	799942.54	2114679.28
SE6	SA2	800584.53	2113232.61
SE7	SA3	794814.68	2114344.24
SE8	SA4	790458.32	2109957.95



Figura 158. Ubicación de los sitios de evaluación del paisaje propuestos en el Sistema Ambiental (SA), así como en puntos relevantes en el área del proyecto (AP) y del área de influencia (AI).



Figura 159. Acercamiento de los sitios de evaluación del paisaje que se ubican dentro del área del proyecto y área de influencia.

1.- Primer sitio de evaluación (SE1) propuesto en un punto aleatorio dentro del Área de Influencia (AI).

El primer sitio de evaluación se localiza en un punto aleatorio dentro del área de influencia. La zona se constituye por una llanura aluvial costera que presenta bajas elevaciones, integrada por vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, entre las especies que se identificaron se encuentran *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Parmentiera aculeata* (Cuachilote), *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Ficus cotinifolia* (Amate Negro), *Morus celtidifolia* (Amacapulín), *Coccoloba diversifolia* (Ciruelo de Paloma), *Cedrela odorata* (Cedro), *Gliricidia sepium* (Cacahuananche), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Vachellia cornigera* (Cornezuelo), *Malvaviscus arboreus* (Altea), *Mangifera indica* (Mango) de esta se registraron varios individuos, *Ricinus communis* (Higuerilla), *Ixora coccinea* (Coralito Asiático Enano), entre otras, estas tres últimas especies son introducidas en México, el resto son nativas, sin embargo, solo *Cedrela odorata* (Cedro) está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.



Figura 160. Primer sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio dentro del área de influencia.

En cuanto a fauna se registró una mediana presencia con valor visual que aumenta la calidad del paisaje. Entre las especies que destacan se encuentran: *Iguana iguana* (Iguana Verde), *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado), *Piaya cayana* (Cuclillo Canelo), *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada), *Pheugopedius maculipectus* (Saltapared Moteado) y *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño), todas las especies son nativas, solo una de las observadas se encuentra como sujeta a protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y es la *Iguana iguana* (Iguana Verde), asimismo, *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano) es una especie endémica en México.



Figura 161. *Iguana iguana* (Iguana Verde; izq.) catalogada como sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado; der.), especies registradas en este sitio de evaluación.



Figura 162. Vista panoramica del area donde se propuso el primer sitio de evaluación.

En esta cuenca no se localiza ninguna escorrentia o cuerpo de agua. Esta se compone por una gama media de colores que se integran armoniosamente con el entorno, contribuyendo positivamente a la percepción visual del paisaje. El fondo escenico de la cuenca ejerce una mediana influencia positiva al lugar. No se identificaron elementos de singularidad o rareza, ya que se trata de un área común en la región. La Presencia de elementos antropicos disminuyen la calidad escenica del sitio. Por lo tanto, este punto de evaluación se clasifica dentro de una categoria de calidad visual media (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

2.- Segundo sitio de evaluación (SE2) propuesto en un punto aleatorio dentro del área que ocupará la gaza 2.



Figura 163. Segundo sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio dentro del área que ocupará la gaza 2.

El segundo sitio de evaluación se propone en un punto arbitrario que formará parte de la gaza 2, este se compone por una llanura aluvial costera, el tipo de suelo que se encuentra corresponde a vertisol pelico el cual se caracteriza por su alto contenido en arcilla expansiva que se distingue por la formación de grietas profundas y anchas. El tipo de vegetación que se sitúa en la cuenca es vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, entre las especies que se registraron están *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Parmentiera aculeata* (Cuachilote), *Gliricidia sepium* (Cacahuananche), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Luehea candida* (Algodoncillo), *Mimosa pudica* (Dormilona), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Ricinus communis* (Higuerilla), *Ixora coccinea* (Coralito Asiático Enano; Figura 164), entre otras, estas dos últimas especies son introducidas en México, el resto son nativas y no presentan ninguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 164. *Ixora coccinea* (Coralito Asiático Enano), especie introducida en México.

En cuanto a los registros faunísticos, se observó una baja abundancia de especies. Entre las especies identificadas se encuentran *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo; Figura 165), *Quiscalus mexicanus* (Zanate Mayor), *Dendrocygna autumnalis* (Pijije Alas Blancas), *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy), *Coragyps atratus* (Zopilote Común; Figura 165) y *Streptopelia decaocto* (Paloma de Collar Turca), esta última es una especie exótica - invasora, el resto de especies son nativas de la región y *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo) se encuentra como sujeta a protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 165. *Coragyps atratus* (Zopilote Común; izq.) y *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo der.).



Figura 166. Vista panorámica del sitio donde se propuso el segundo sitio de evaluación.

En el área no se registró ninguna escorrentía o cuerpo de agua. En términos visuales, el sitio de evaluación presenta una paleta de colores interesantes que agregan un importante valor a la calidad escénica del lugar. El fondo escénico ofrece una mediana influencia positiva. No se identificaron características de rareza ni singularidad, por lo que se considera un entorno representativo del paisaje típico de la región. Los elementos antrópicos resultan evidentes a simple vista, restándole valor estético a la cuenca. Como resultado, la calidad escénica natural del área se encuentra medianamente alterada, clasificándose en una categoría de calidad media (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

3.- Tercer sitio de evaluación (SE3) propuesto en un punto aleatorio dentro del área que ocupará la gaza 3.



Figura 167. Tercer sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio en el área que ocupará la gaza 3.

El tercer sitio de evaluación se localiza en un punto ubicado dentro del área donde se construirá la gaza 3, este se compone por llanura aluvial costera, donde el tipo de vegetación que se identificó corresponde a secundaria de selva mediana subcaducifolia, entre las especies que se registraron se encuentran *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Parmentiera aculeata* (Cuachilote), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Mimosa pigra* (Zarza Negra; Figura 168), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste; Figura 168), *Pithecellobium unguis-cati* (Coralillo), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Mimosa pudica* (Dormilona), *Vachellia cornigera* (Cornezuelo), *Cedrela odorata* (Cedro), entre otras especies, está última está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial, mientras que el resto corresponde a flora nativa de la región.



Figura 168. *Mimosa pigra* (Zarza Negra; izq.) y *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste; der.) especies observadas en este lugar.

En este sitio de evaluación se registró una presencia baja de fauna, principalmente avifauna, aunque se identificaron también dos especies de mamíferos, las especies observadas fueron *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy), *Myiozetetes similis* (Luisito Común; Figura 169), *Volatinia jacarina* (Semillero Brincador; Figura 169), *Sporophila morelleti* (Semillero de Collar; Figura 169), *Thraupis episcopus* (Tangara Azulgrís), *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada), *Procyon lotor* (Mapache) y *Didelphis marsupialis* (Tlacuache sureño), todas son nativas de la región y ninguna está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 169. A) *Volatinia jacarina* (Semillero Brincador), B) *Sporophila morelleti* (Semillero de Collar) y C) *Myiozetetes similis* (Luisito Común).



Figura 170. Vista panorámica del área donde se propuso el tercer sitio de evaluación.

En el área no se localiza ninguna escorrentía o cuerpo de agua. Entre los elementos observados se identificaron residuos sólidos urbanos ubicados principalmente a orillas de la cuenca. El sitio presenta colores medianamente contrastantes, lo que le aporta un valor visual moderado. El paisaje circundante (fondo escénico) no contribuye significativamente a mejorar la calidad escénica, debido a la presencia de elementos antrópicos. No se identifican características de rareza o singularidad, ya que el entorno es representativo del paisaje común en la región. La evidente intervención humana impacta negativamente la percepción del lugar. En consecuencia, la cuenca se clasifica dentro de una categoría de **calidad visual baja** (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

4.- Cuarto sitio de evaluación (SE4) propuesto en un punto aleatorio dentro del Área de Influencia (AI).

El cuarto sitio de evaluación se ubica en un punto aleatorio dentro del área de influencia, en donde abundan los pastos y vegetación inducida, la geomorfología del lugar se compone de llanura aluvial costera. En el otro extremo de la cuenca se registran especies florísticas como *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Gliricidia sepium* (Cacahuananche), *Coccoloba diversifolia* (Ciruelo de Paloma), *Desmodium distortum* (Cadillo), *Cycas revoluta* (Palma de Segú), *Sorghum halepense* (Zacate Johnson), *Melinis repens* (Pasto Africano Rosado) y *Sorghum bicolor ssp. Verticilliflorum* (Sorgo forrajero), estas últimas cuatro especies son introducidas en México, el resto de especies son nativas de la región y no están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 171. Cuarto sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio en el área de influencia.

En este sitio de evaluación se registró una baja abundancia de fauna, entre las especies que se identificaron se encuentran *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado; Figura 172), *Quiscalus mexicanus* (Zanate Mayor), *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada; Figura 172), *Dives dives* (Tordo Cantor), *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo; Figura 172), *Tyrannus melancholicus* (Tirano Pirirí), *Icterus gularis* (Calandria Dorso Negro Mayor), *Streptopelia decaocto* (Paloma de Collar Turca) y *Myiopsitta monachus* (Perico Monje Argentino) estas dos últimas especies son exótica - invasoras, el resto de especies son nativas de la región.



Figura 172. A) *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo), B) *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado) y C) *Patagioenas flavirostris* (Paloma Morada), especies registradas en el área.

En este sitio de evaluación no se registró la presencia de escorrentías ni cuerpos de agua. Los colores que conforman el paisaje presentan combinaciones armoniosas que se integran visualmente con el fondo escénico, sin embargo, este ejerce una influencia poco favorable, debido a la presencia predominante de infraestructuras, residuos sólidos urbanos y vegetación inducida o en estado secundario.



Figura 173. Vista panorámica del área donde se propuso el cuarto sitio de evaluación.

El sitio carece de elementos escénicos distintivos, ya que no se identifican características de rareza o singularidad; por el contrario, se trata de un paisaje común en la región, con un alto grado de transformación antrópica. La calidad visual se encuentra fuertemente condicionada por elementos de origen humano, los cuales disminuyen su valor estético y percepción visual.

En función de estos aspectos, la cuenca se clasifica dentro de la categoría de calidad visual baja (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

5.- Quinto sitio de evaluación (SE5) propuesto en un punto aleatorio dentro del sistema ambiental.

El quinto sitio de evaluación se localiza en un punto ubicado dentro del sistema ambiental muy próximo al fraccionamiento Puente Moreno. La zona presenta un relieve muy bajo formando extensas planicies, donde ha sido fácil el establecimiento y expansión de los asentamientos humanos. En el área se identificó un humedal creado donde se registraron algunas especies acuáticas, asimismo en el lugar se encuentra un canal de agua (Figura 175), la cual se muestra contaminada y estancada, en esta se hallan varios residuos de tipo sólidos urbanos y de manejo especial.

Entre las especies florísticas que se observaron destacan *Pistia stratiotes* (Lechuguilla de Agua), *Lemna minor* (Lenteja de Agua), *Canna indica* (Bandera Española), *Thalia geniculata* (Popal), *Hymenocallis littoralis* (Azucena de Agua), así como *Mimosa pudica* (Dormilona), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste), *Luehea candida* (Algodoncillo), *Ricinus communis* (Higuerilla), entre otras, esta última es una especie introducida en México, el resto de ellas son nativas.



Figura 174. Quinto sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio en el sistema ambiental



Figura 175. Condiciones que presenta el canal de agua, donde los residuos sólidos urbanos se acumulan en los linderos.

En este sitio de evaluación se registró una esporádica riqueza faunística. Las especies observadas fueron *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado), *Stelgidopteryx serripennis* (Golondrina Alas Aserradas; Figura 176), *Columbina inca* (Tortolita Cola Larga; Figura 176), *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo), *Cathartes aura* (Zopilote Aura) y *Streptopelia decaocto* (Paloma de Collar Turca; Figura 176), esta última especie es exótica - invasora, el resto de especies son nativas y no están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 176. A) *Streptopelia decaocto* (Paloma de Collar Turca), B) *Columbina inca* (Tortolita Cola Larga) y C) *Stelgidopteryx serripennis* (Golondrina Alas Aserradas).

La cuenca evaluada presenta una variedad de colores moderados, con algunos contrastes entre los elementos naturales y antrópicos del entorno. Sin embargo, el paisaje circundante ejerce una influencia visual poco favorable debido a los asentamientos humanos que predominan en la cuenca, lo que ha disminuido áreas con vegetación medianamente conservada, no se identifican elementos de singularidad o rareza.

La calidad del paisaje está principalmente dominada por elementos de origen humano que disminuyen su valor estético. Por lo tanto, esta cuenca se clasifica dentro de una categoría de calidad visual baja (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultados de cada punto de muestreo).

6.- Sexto sitio de evaluación (SE6) propuesto en un punto aleatorio dentro del sistema ambiental.

El sexto sitio de evaluación se localiza en un punto ubicado dentro del sistema ambiental próximo a la comunidad de Playa de Vacas, este se encuentra en una llanura aluvial costera donde el tipo de vegetación que se registró corresponde a secundaria de selva mediana subcaducifolia, entre las especies que se observaron están *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste), *Pithecellobium unguis-cati* (Coralillo), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Vachellia cornigera* (Cornezuelo), *Miconia xalapensis* (Capulín), *Luehea candida* (Algodoncillo), *Malvaviscus arboreus* (Altea), entre otras, ninguna de estas especies está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, en los márgenes de este sitio se identifican varios campos agrícolas y asentamiento humanos.



Figura 177. Sexto sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio en el sistema ambiental.

En este sitio se registró una esporádica presencia de fauna, algunos de estos individuos son de interés visual por su coloración y comportamiento. Las especies observadas fueron: *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), *Tyrannus melancholicus* (Tirano Pirirí; Figura 178), *Icterus gularis* (Calandria Dorso Negro Mayor), *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy; Figura 178), *Sporophila morelleti* (Semillero de Collar; Figura 178), *Pitangus sulphuratus* (Luis Bienteveo), entre otras, todas son nativas y solo *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano) es endémica de México.



Figura 178. A) *Tyrannus melancholicus* (Tirano Pirirí), B) *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy) y C) *Sporophila morelleti* (Semillero de Collar), especies identificadas en la zona.

En esta cuenca no se registra ninguna escorrentía o cuerpo de agua. El fondo escénico no contribuye significativamente a la calidad paisajística del sitio, ejerciendo una influencia visual positiva media. Aunque los colores del entorno generan cierto contraste que aporta un aspecto colorido al paisaje, no se identifica singularidad ni rareza en el área, ya que sus características son comunes en la región. La evidente presencia de elementos antrópicos reduce considerablemente el valor estético del sitio, razón por la cual se clasifica dentro de una **categoría de calidad paisajística baja** (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

7.- Séptimo sitio de evaluación (SE7) propuesto en un punto aleatorio dentro del sistema ambiental.



Figura 179. **Séptimo sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio en el sistema ambiental.**

El séptimo sitio de evaluación se localiza en un punto aleatorio del sistema ambiental, próximo a este se sitúan los lotes que están en venta denominados "Campestre El encanto". El área donde se propone esta cuenca abarca una gran superficie y se compone de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, sin embargo, es probable que en un futuro esta área forestal se vea afectada por la construcción de fraccionamientos por la tendencia que se observa en la zona. Las especies que se identificaron corresponden a *Ceiba pentandra* (ceiba; Figura 180), Papaya Carica (papaya; Figura 180), *Cecropia obtusifolia* (Guarumo), *Acrocomia aculeata* (Cocoyul), *Thevetia ahouai* (Huevos de Perro), *Attalea butyracea* (Corozo de Marrano), *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Parmentiera aculeata* (Cuachilote), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Vachellia cornigera* (Cornezuelo), *Morus celtidifolia* (Amacapulín) y *Mangifera indica* (Mango), esta última es una especie introducida en México.



Figura 180. *Ceiba pentandra* (Ceiba; izq.) y *Papaya Carica* (papaya; Der.) especies registradas en este sitio de evaluación.

En esta cuenca se registró una baja abundancia de fauna, sin embargo, algunos de los individuos identificados son especies llamativas visualmente, los cuales corresponden a *Sceloporus variabilis* (Lagartija Espinosa Vientre Rosado), *Ardea alba* (Garza Blanca; Figura 181), *Hesperoburhinus bistriatus* (Alcaraván Americano; Figura 181), *Cathartes aura* (Zopilote Aura), *Myiozetetes similis* (Luisito Común), *Dendrocygna autumnalis* (Pijije Alas Blancas; Figura 181) y *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño), todas estas especies son nativas y ninguna está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la captura de *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño; Figura 182) se colocó una trampa Tomahawk, este fue liberado de inmediato una vez que se tomaron todos sus registros, esto se realizó con la intención de conocer las especies que se pudieran encontrar en el sitio.



Figura 181. A) *Ardea alba* (Garza Blanca), B) *Hesperoburhinus bistriatus* (Alcaraván Americano) y C) *Dendrocygna autumnalis* (Pijije Alas Blancas), especies observadas en el área.



Figura 182. *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño), especie identificada en el área a través de su captura en una trampa Tomahawk.

En esta cuenca no se registraron escorrentías ni cuerpos de agua. Los colores presentes en el lugar se combinan de manera interesante, los cuales le agregan un importante valor a la calidad visual del sitio. El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la cuenca, no se identificaron elementos de singularidad o rareza. En este sitio de evaluación los elementos de origen humano están presentes lo que disminuye su valor estético. Por lo tanto, esta cuenca se clasifica dentro de una **categoría de calidad visual media** (En la sección 4.5.1.1.2 Resultados, Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

8.- Octavo sitio de evaluación (SE8) propuesto en un punto aleatorio dentro del sistema ambiental.



Figura 183. Octavo sitio de evaluación propuesto en un punto aleatorio dentro del sistema ambiental.

El octavo sitio de evaluación se propuso en un punto aleatorio en el sistema ambiental muy cercano a la localidad de Rincón del Copite, la zona se compone de una llanura aluvial costera donde el tipo de vegetación que se identificó corresponde a secundaria de selva mediana subcaducifolia, sin embargo, las actividades humanas han afectado parte de esta superficie ya que en el lugar se registró ganado, vegetación inducida y pastizal inducido. Entre las especies que se observaron están *Tabebuia rosea* (Apamate Rosa), *Ficus cotinifolia* (Amate Negro), *Bursera simaruba* (Palo Mulato), *Ficus insipida* (Higuera Blanca), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje Dormilón), *Ficus obtusifolia* (Higuerilla), *Persea americana* (Aguacate), *Parmentiera aculeata* (Cuachilote) y *Guazuma ulmifolia* (Guásima).

La fauna que se identificó en la cuenca corresponde a *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo), *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje, Figura 184), *Ardea alba* (Garza Blanca), *Icterus gularis* (Calandria Dorso Negro Mayor), *Agelaius phoeniceus* (Tordo Sargento), *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano; Figura 184), *Procyon lotor* (Mapache; Figura 184), *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño; Figura 184), entre otros, es importante mencionar que *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo) está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial (Pr).



Figura 184. A) *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano), B) Huella de *Didelphis marsupialis* (Tlacuache Sureño), C) Huella de *Procyon lotor* (Mapache) y D) *Melanerpes aurifrons* (Carpintero Cheje), especies registradas en esta cuenca visual.

En este sitio se señala que hay un canal de agua en operación, sin embargo, no se tuvo evidencia alguna de la presencia de este canal. La cuenca presenta una gama media de colores que se integran armónicamente con el entorno, lo que contribuye positivamente a la percepción visual del paisaje. No se identificaron elementos de singularidad o rareza, ya que se trata de un área común en la región. Además, la presencia de elementos antrópicos disminuye la calidad escénica del sitio. Por lo anterior,

este punto de evaluación se clasifica dentro de una categoría de **calidad visual baja** (En la siguiente sección en la Tabla 97 se presenta el desglose de valores y resultado de este punto de muestreo).

4.5.1.1.2 Resultados

Los sitios de evaluación fueron definidos estratégicamente en diversos puntos del Área del Proyecto (AP), del Área de Influencia (AI) y en zona dentro del Sistema Ambiental. La selección de estos puntos permite reflejar de manera precisa el estado actual del paisaje y facilita una caracterización adecuada de cada una unidad de muestreo influenciada por el proyecto. Esta caracterización se basa en la evaluación de atributos visuales básicos, como el color, la forma, la línea, la textura y la espacialidad, los cuales son fundamentales para determinar la calidad escénica del entorno.

Para determinar la calidad paisajística en la zona del proyecto, se identificaron un total de 8 sitios de evaluación. Cada sitio fue codificado como **SE1, SE2, SE3, SE4, SE5, SE6, SE7, SE8**, cubriendo de forma representativa los distintos escenarios del entorno, tanto naturales como modificados.

La evaluación del paisaje consideró siete factores de carácter ambiental (como relieve, cobertura vegetal, cuerpos de agua, visibilidad, diversidad de elementos naturales, grado de naturalidad y calidad escénica) y un factor antrópico, correspondiente a la presencia y densidad de elementos construidos por el ser humano. Como resultado del análisis, se obtuvo **un promedio ponderado de 19.375 puntos**, lo cual, de acuerdo con la escala de valoración empleada, corresponde a un **valor de calidad visual BAJO**. Este resultado refleja que tanto el área donde se establecerá el proyecto como el área de influencia y el sistema ambiental en general se localizan en zonas modificadas por la actividad humana como áreas agrícolas, infraestructura vial y zonas urbanizadas.

La **calidad visual baja asignada al paisaje** refleja le presencia de ambientes naturales alterados, así como la influencia de usos del suelo antropogénicos predominantes en todo el sistema ambiental.

Los resultados obtenidos están documentados en la Tabla 97 y representados en la Figura 185 y la Figura 186.

Tabla 97. Resultados por factor ambiental y antrópico correspondientes a cada sitio de evaluación ubicado en el SA, Área de influencia y su Área del proyecto.

Factor	Sitios de Evaluación								Valores promedio
	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	SE 6	SE 7	SE 8	
Geomorfología	1	1	1	1	1	1	2	1	1.125
Vegetación	3	3	3	2	2	3	3	3	2.750
Fauna	4	3	3	3	2	2	2	2	2.625
Agua	1	1	1	1	2	1	1	1	1.125
Color	3	4	3	3	3	3	4	3	3.250
Fondo escénico	3	3	2	2	2	3	3	3	2.625
Singularidad o rareza	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00
Actividades humanas	3	3	3	3	2	3	3	3	2.875
Total	21	21	19	18	17	19	21	19	19.375

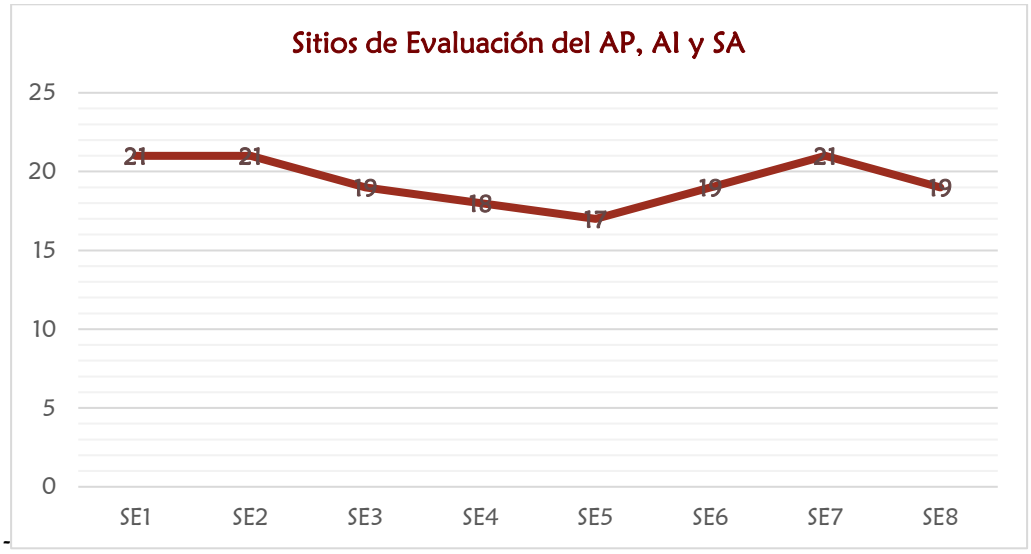


Figura 185. Resultados por sitio de evaluación ubicados en el área del proyecto, en el área de influencia y en el SA.

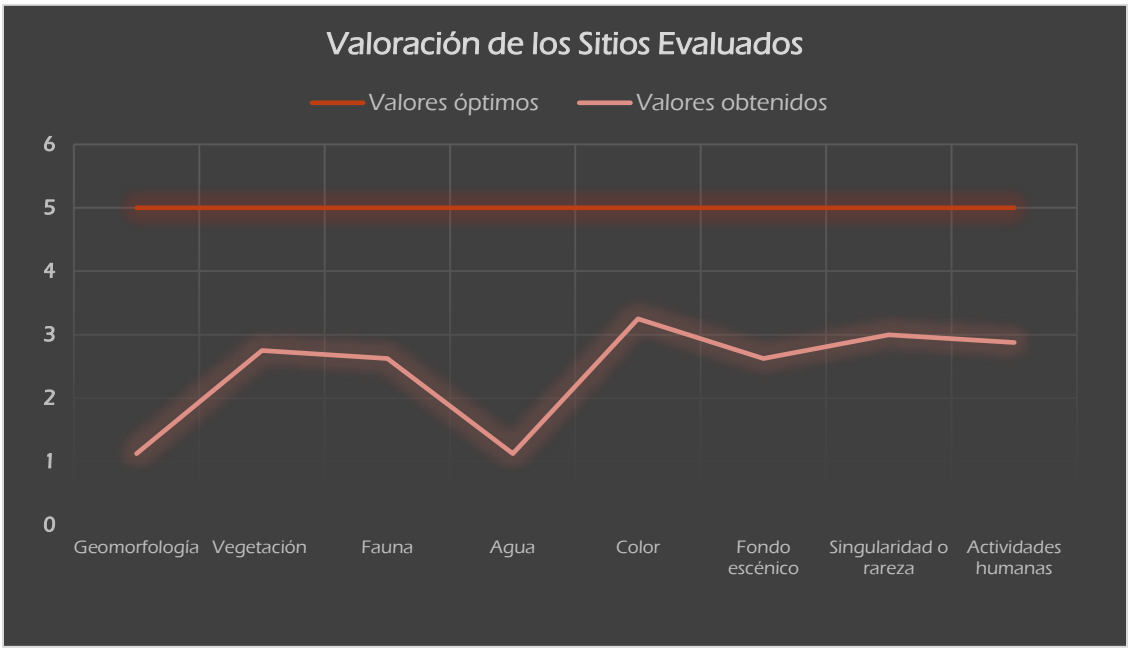


Figura 186. Valores de los factores ambientales y antrópicos en el Área del Proyecto, Área de Influencia y SA.

4.5.2 Visibilidad

La visibilidad en la evaluación del paisaje se refiere a la extensión del territorio que puede ser percibida visualmente desde puntos específicos del entorno. Este factor es esencial para determinar como la intervención de la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, puede alterar la percepción visual del paisaje circundante.

1. **Metodología de Evaluación**

Para la evaluación de la visibilidad, se consideraron los siguientes aspectos:

- Puntos de observación: Se identificaron ubicaciones estratégicas desde las cuales se puede observar el paisaje, tales como caminos rurales, áreas urbanas y zonas de alta circulación.
- Condiciones topográficas: Se analizó el relieve del terreno, incluyendo pendientes, valles y áreas elevadas, que pueden influir en la línea de visión.
- Elementos visuales presentes: Se evaluó la presencia de elementos naturales (como vegetación y cuerpos de agua) y artificiales (como edificaciones e infraestructuras existentes) que pueden obstruir o enmarcar las vistas.

2. **Resultados de la Evaluación**

La visibilidad del proyecto y su influencia en el paisaje varía según la escala y las características del entorno. En el área del proyecto la visibilidad es alta debido a que las gazas complementarias y cabinas remotas se construirán próximas a la plaza de cobro 117 Paso del Toro, correspondiente a la autopista 150 D, particularmente se encuentra desde el km 9+780 del tramo Córdoba - Veracruz de la autopista 150 D hasta el km 10+300, en el municipio de Medellín de Bravo, la cual intercede con la carretera Federal 180 desde el km 9+940 al km 10+000, esto significa que la zona en general se compone de áreas abiertas con escasa cobertura vegetal densa, asentamientos humanos, plantas de asfalto, negocios y fincas dispersas en el área. Esto hace que las obras de construcción y operación sean fácilmente perceptibles, generando un impacto visual significativo sobre el entorno inmediato.

En el área de influencia la visibilidad es moderada. La magnitud del proyecto y la presencia de fragmentos de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia y vegetación inducida contribuirán a una menor visibilidad de las futuras gazas complementarias y cabinas remotas, permitiendo que el paisaje presente un mayor equilibrio visual entre elementos naturales y antrópicos.

Dentro del sistema ambiental, la visibilidad del proyecto es baja, ya que el proyecto es puntual consistiendo solo en la construcción de unas gazas complementarias y cabinas remotas que facilitarán el desplazamiento de los usuarios que empleen esta autopista. La infraestructura existente y las zonas con cobertura vegetal densa funcionan como barreras visuales que minimizan la percepción directa de las estructuras, reduciendo el impacto visual en esta escala.

4.5.3 Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje en el contexto del proyecto varía según la escala espacial. En el área del proyecto, el paisaje es altamente frágil debido a la intensa fragmentación y alteración ocasionadas por la infraestructura vial existente, las diversas construcciones y los asentamientos humanos. Los ecosistemas naturales remanentes como la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia se encuentran en pequeños parches aislados, lo que limita su capacidad de recuperación frente a perturbaciones adicionales. Las condiciones del sitio afectan la calidad visual del entorno, agravando la vulnerabilidad del paisaje.

Tanto en el área de influencia como en el sistema ambiental, la fragilidad del paisaje también es alta, ya que, aunque existen mayores extensiones de vegetación forestal que mejoren la resiliencia del sistema, dominan más las actividades agrícolas y urbanas que mantienen al paisaje en un estado de vulnerabilidad. La heterogeneidad del entorno y la presencia de zonas en recuperación contribuyen a una capacidad relativa de absorción de impactos, pero la continuidad ecológica aún está amenazada por la fragmentación y el uso intensivo del suelo.

La modernización del entronque Paso del Toro, sin duda provocará alteraciones en el entorno. No obstante, estas serán mínimas por la magnitud de la obra y por las condiciones que presenta el lugar, además se busca que los impactos ambientales sean minimizados, reducidos o mitigados mediante las medidas propuestas en el estudio, así como las acciones ambientales que se ejecutarán durante la construcción de la obra,

Los impactos generados serán en su mayoría mitigables y el paisaje del lugar tendrá la capacidad de adaptarse a los cambios que se den una vez que se culmine la obra.

4.5.4 Conclusiones

El análisis del paisaje de la **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, de la autopista Córdoba - Veracruz** indica que en el área del proyecto el paisaje está fuertemente transformado por la infraestructura vial existente y los asentamientos humanos que se distribuyen por la zona, lo que muestra una baja calidad paisajística debido a la fragmentación y alteración del ecosistema original y la presencia de elementos antrópicos que limitan la percepción visual positiva y la funcionalidad ecológica del paisaje.

En el área de influencia y sistema ambiental la calidad paisajística también está fuertemente transformada, ya que a pesar de que estas áreas incluyen mayores fragmentos de vegetación forestal, la presión antrópica está muy presente, estas áreas (AI y SA) funcionan como zonas de transición donde la diversidad del paisaje es mayor, contribuyendo a una mejor percepción visual. La visibilidad del proyecto en el AI es moderada, dado que el paisaje combina elementos naturales y modificados, lo que permite una integración relativa de las obras en el entorno.

Sin embargo, dentro del sistema ambiental la visibilidad es mínima, debido a lo puntual de la obra, a las infraestructuras existentes y las zonas con cobertura vegetal densa que actúan como barreras lo que reduce el impacto visual en esta escala.

En conclusión, el paisaje asociado al proyecto muestra una calidad baja y una fragilidad alta, con un entorno altamente modificado y de baja calidad paisajística. Esto resalta la importancia de aplicar medidas para minimizar la alteración visual y funcional que la obra pueda generar.

4.6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

La situación ambiental actual constituye un problema generalizado que afecta a toda la sociedad, aunque solo una minoría esté tomando medidas al respecto. Las consecuencias del cambio ambiental están relacionadas con patrones culturales y socioeconómicos, crecimiento demográfico, concentración urbana, desarrollo de infraestructura carretera e industrial, así como con la falta de acciones específicas para proteger o restaurar los recursos naturales. En la actualidad, los efectos negativos de las actividades humanas se manifiestan en problemas significativos como la fragmentación y pérdida de hábitats, la disminución de la biodiversidad, el aumento de la erosión, la desertificación y la alteración de los caudales y condiciones naturales de ríos y arroyos (CONABIO-SEMARNAT, 2009).

Ante esta problemática, el diagnóstico ambiental se vuelve prioritario, ya que permite reconocer y analizar las condiciones de un sitio específico, identificar las causas de su degradación y determinar su grado de conservación o alteración.

En el presente estudio se adoptaron los conceptos evaluativos de la metodología propuesta por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que considera tres aspectos principales: valor ambiental, valor económico, y riesgos y amenazas. Esto permite determinar la calidad del sitio y evaluar los procesos de deterioro ambiental, facilitando un análisis integral del área de interés.

Tabla 98. Indicadores que permiten evaluar el sitio de interés.

Valor ambiental	Valor económico
Se enfoca en la escala ambiental del sistema y sus condiciones ecosistémicas existentes, sus indicadores son: • Integridad ecológica o funcional: Se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa, sí sus características funcionales se encuentran en lo más cercano a su estado natural. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales. Toma valores de NC, B, M y A. • Hábitats: Se evalúa la diversidad de hábitats que se encuentran en el área, es decir la diversidad existente en el medio abiótico que permitiría la variedad de formas biológicas que los ocupen. Toma valores de NC, B, M y A. • Endemismo: Ubica la presencia de estas especies a nivel nacional además de indicar que especies endémicas se encuentran en el área. Se le asigna valores de NC, B, M y A. • Especies amenazadas: Evalúa si alguna se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistándola e indicando tanto la categoría que presenta en dicha norma, así como el agente que afecta su distribución natural. Los valores asignados son NC, B, M y A. • Especies indicadoras Considera parámetros como la distribución, abundancia, rareza de diferentes especies existentes en el área y que son consideradas como indicadores del estado actual. Los valores que se asignan son: NC, B, M y A.	Es la importancia de los recursos naturales de la zona en el ámbito socioeconómico de la misma, sus indicadores son: • Especies de importancia comercial: Valora la presencia de especies comerciales como medida de la importancia de la zona en ese rubro, indicando las especies por orden de relevancia, adquiere valores de NC, B, M y A. • Importancia económica por sectores: Evalúa la presencia de actividades en los principales sectores productivos de la región a fin de determinar la importancia productiva del área, adjudicando valores de NC, B, M y A. • Recursos estratégicos: Evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como gas, petróleo, geotérmicos, entre otros. Enlistándolos en orden de relevancia, se asignan valores de NC, PI, I y MI. • Importancia por servicios: Evalúa la importancia de los servicios prestados por la zona sean ambientales (captación de agua, depuradores, regulación climática, control de inundaciones, entre otros) o específicos (abastecimiento de agua de riego, generación de energía eléctrica, entre otros) enlistándolos en orden de relevancia y asignándole al área valores de NC, PI, I y MI. • Riesgos y amenazas: se evalúa el entorno identificando cualquier factor que pudiera considerarse como de riesgo, entendiéndolo como predecible o prevenible o como una amenaza, impredecible e incontrolable. • Modificación del entorno natural: Considera las alteraciones de cualquier tipo que se han realizado en el área, analiza la modificación de cuencas, construcción de edificaciones, presas, canales, caminos, carreteras, la tala de árboles, desecación, relleno de áreas inundables, reducción de la vegetación natural, entre otras, enlistándose por orden de importancia y asignándole al área valores de

Valor ambiental	Valor económico
	NC, B, M y A, puede considerarse como un riesgo (derrumbes por deforestación) o una amenaza (inundaciones). • Contaminación: Evalúa la presencia de energía, substancias u organismos que alteran la calidad de los componentes del sistema ambiental en la zona, pudiendo ser directos o indirectos: Enlistar en orden de impo0rtancia y asignarle valores en la zona en la escala de NC, B, M y A. • Especies introducidas o exóticas: Evalúa la presencia de estas especies en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan. El área toma valores de NC, PI, I MI, se considera un riesgo. • Prácticas de manejo inadecuadas: Para evaluar este parámetro se toma en cuenta la existencia de actividades consideradas incompatibles con la conservación como el uso de explosivos, violación de vedas, extracción de tallas mínimas, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros. Enlistar en orden de importancia, asignándole valores de NC, B, M y A, se considera un riesgo.

4.6.1 Criterios de evaluación de los sitos del proyecto

Los criterios de evaluación permiten asignar un valor al área considerando los aspectos ambientales, económico y de riesgo. Para cada criterio se otorga un valor específico, acompañado de la justificación correspondiente, tal como se presenta en la Tabla 99.

Tabla 99. Criterios de evaluación para los valores descriptivos.

Nomenclatura	Valor	Definición
NC	0	No se conoce
B	1	Poco importante
PI	1	Poco importante
M	2	Importante
I	2	Importante
A	3	Muy importante
MI	3	Muy importante

4.6.1.1 Valor ambiental

INTEGRIDAD ECOLÓGICA

La integridad ecológica del municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, se caracteriza por una notable riqueza natural, pero también enfrenta desafíos significativos debido a la urbanización y actividades humanas, contaminación, sobreexplotación y fragmentación de hábitats.

La integridad ecológica se refiere a la capacidad de un ecosistema para mantener sus estructuras, funciones y procesos naturales, así como su biodiversidad, en un estado saludable y resiliente, sin alteraciones significativas derivadas de actividades humanas. En el área de estudio (SA) se identificaron relictos forestales con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva de galería y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, tanto conservada como en estado secundario (ver Figura 187). La ganadería constituye un factor negativo predominante en toda la zona, ya que provoca la degradación y fragmentación de los hábitats, afectando de manera evidente la composición de especies y los procesos ecológicos (Figura 190).



Figura 187. Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.



Figura 188. Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.



Figura 189. Vegetación secundaria arbórea de selva de galería.



Figura 190. Presencia de ganadería presente dentro del sistema ambiental del proyecto.

Asimismo, en la zona directa del proyecto se identifican diversos tipos de vegetación forestal y no forestal, entre los que destacan: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, pastizal cultivado, pastizal inducido, vegetación inducida, áreas desprovistas de vegetación, infraestructura carretera y asentamientos humanos. Debido a esta diversidad y a la constante alteración del sitio, la **integridad ecológica del área directa del proyecto es baja**.

Esto se debe, en gran medida, a la autopista 150D (México – Veracruz) y la carretera federal 180, junto con sus obras complementarias, las cuales implicaron un cambio de uso de suelo durante su construcción, modificando significativamente la mayoría de los componentes bióticos y abióticos. Desde entonces, la perturbación ha sido continúa debido al intenso flujo vehicular, a los asentamientos humanos cercanos y a las áreas agrícolas colindantes, que generan residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, contaminación acústica y del aire. Además, la elevada incidencia de accidentes automovilísticos, ocasionados por errores humanos, condiciones climáticas o diseño de las vialidades, contribuye a la presión sobre el ecosistema.

Tabla 100. Evaluación del indicador integridad ecológica.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Integridad ecológica	B	1	Poco importante



Figura 191. Presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en la zona directa del proyecto.

HÁBITATS

Un **hábitat** es el espacio donde un organismo, especie o comunidad vegetal o animal vive, proporcionando las condiciones necesarias para su supervivencia, como alimento, agua y refugio.

En el área del proyecto de modernización del entronque carretero de la autopista 150D y la carretera federal 180, los hábitats se encuentran alterados debido a la construcción, mantenimiento de vías, actividad agrícola y expansión urbana, lo que limita la conectividad entre fragmentos de vegetación.

Sin embargo, aún existen hábitats que albergan flora y fauna, arroyos intermitentes y los tramos con vegetación forestal funcionan como corredores biológicos para la fauna, y las obras de drenaje existentes contribuyen a reducir los impactos ambientales dentro del derecho de vía. La construcción de la gasa propuesta permitirá disminuir accidentes automovilísticos, embotellamientos y las emisiones y residuos sólidos asociados, contribuyendo a mitigar los impactos sobre los hábitats locales.

Tabla 101. Evaluación de indicador hábitats.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Hábitats	B	1	Poco importante

ENDEMISMOS

Los endemismos se refieren a las especies de flora o fauna que se encuentran exclusivamente en una región geográfica específica y que no habitan naturalmente en otros lugares. Su identificación es crucial porque estas especies suelen ser más vulnerables a la pérdida de hábitat, la fragmentación y otras perturbaciones, y por lo tanto son indicadores importantes de la integridad ecológica y la conservación del área.

Los trabajos de campo realizados permitieron confirmar la presencia de especies endémicas de flora y fauna dentro del área ocupada por las vialidades 150D y 180, así como en su derecho de vía. La lista completa de estas especies se presenta en la Tabla 103 y la Tabla 104, mientras que su distribución se ilustra en la Figura 192, Figura 193 y Figura 194.

Tabla 102. Evaluación del indicador Endemismos.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Endemismo	B	1	Poco importante

FLORA

Tabla 103. Especies endémicas de flora.

FLORA					
Especie	**Nombre común**	**Forma biológica**	**Estatus NOM-059-SEMARNAR-2010**	**SA**	**AI**
Myrmecophila grandiflora	Orquídea	Epífita	SC[4]	*	*
Solanum houstonii	Mala mujer	Arbusto	SC	*	*



Figura 192. Presencia de la especie *Myrmecophila grandiflora.*

[4]Sin categoría



Figura 193. Registro de la especie *Solanum houstonii.*

FAUNA

Tabla 104. Especies endémicas de fauna.

FAUNA				
Especie	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAR-2010**	**SA**	**AI**
Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche Mexicano	SC	*	*



Figura 194. Registro de la especie *Aspidoscelis guttatus.*

ESPECIES AMENAZADAS

Durante los recorridos de campo se registraron especies de flora y fauna sujetas a **protección ambiental** conforme a la **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, presentes dentro del área de influencia directa del proyecto y del sitio de estudio (SA). A continuación, se presentan las especies identificadas:

FAUNA

Tabla 105. Especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en el sistema ambiental y área de influencia del proyecto.

Género - Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	SA	AI
Hypopachus ustus	Sapo Boca Angosta Huasteco	Sujeta a protección especial (Pr)	*	
Ctenosaura acanthura	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Sujeta a protección especial (Pr)	*	*
Iguana iguana	Iguana Verde	Sujeta a protección especial (Pr)	*	*
Boa imperator	Mazacuata	Amenazada (A)		*
Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	Sujeta a protección especial (Pr)	*	
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Sujeta a protección especial (Pr)	*	

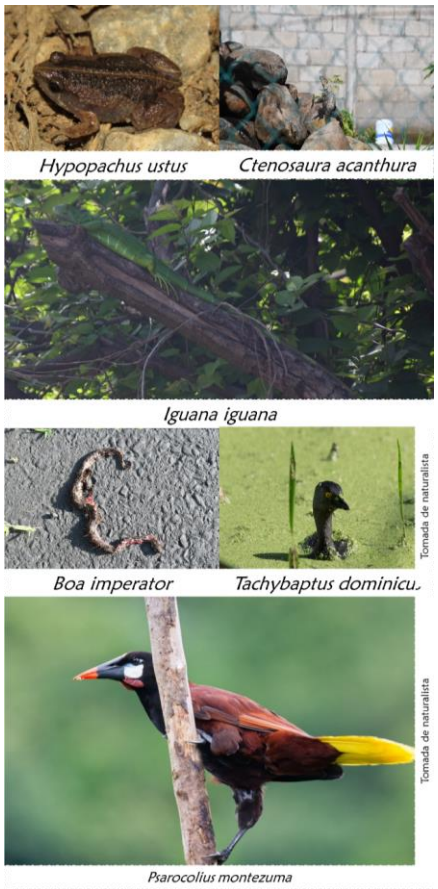


Figura 195. Fauna enlistada dentro de la Norma Oficial Mexica (NOM-059-SEMARNAT-2010).

FLORA

Tabla 106. Especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en el sistema ambiental (SA), área de influencia (AI) y área del proyecto (AP).

Genero - Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	SA	AI	AP
Cedrela odorata	Cedro	Sujeta a protección especial (Pr)	*	*	*



Figura 196. Registro de *Cedrela odorata* especie sujeta a protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrada dentro del derecho de vía.

Cabe destacar que la mayor amenaza para las especies en el área de estudio se deriva de las actividades antropogénicas (como la agricultura y ganadería), particularmente aquellas relacionadas con el desarrollo, la modernización y el mantenimiento de la infraestructura existente.

Tabla 107. Evaluación del indicador Especies amenazadas.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Especies amenazadas	M	2	Importante

ESPECIES INDICADORAS DE PERTURBACIÓN

Las especies indicadoras de perturbación son organismos cuya presencia o ausencia refleja cambios ambientales o la degradación de un ecosistema. Su estudio permite evaluar la salud ecológica, la presencia de contaminantes y el grado de intervención humana. En la periferia del proyecto, estas perturbaciones se asocian principalmente con actividades antropogénicas de los sectores primario y terciario, predominantes en el municipio.

Las especies indicadoras de perturbación de flora y fauna registradas en el sistema ambiental y área de influencia se detallan en la Tabla 108 y la Tabla 109.

FAUNA

Tabla 108. Especies faunísticas indicadoras de perturbación reportados.

Género - Especie	Nombre común	Distribución	SA	AI
Columba livia	Paloma Doméstica	Exótica-invasora	*	*
Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar		*	*
Ardea ibis	Garza Ganadera		*	*
Myiopsitta monachus	Perico Monje Argentino			*
Passer domesticus	Gorrión Doméstico		*	*

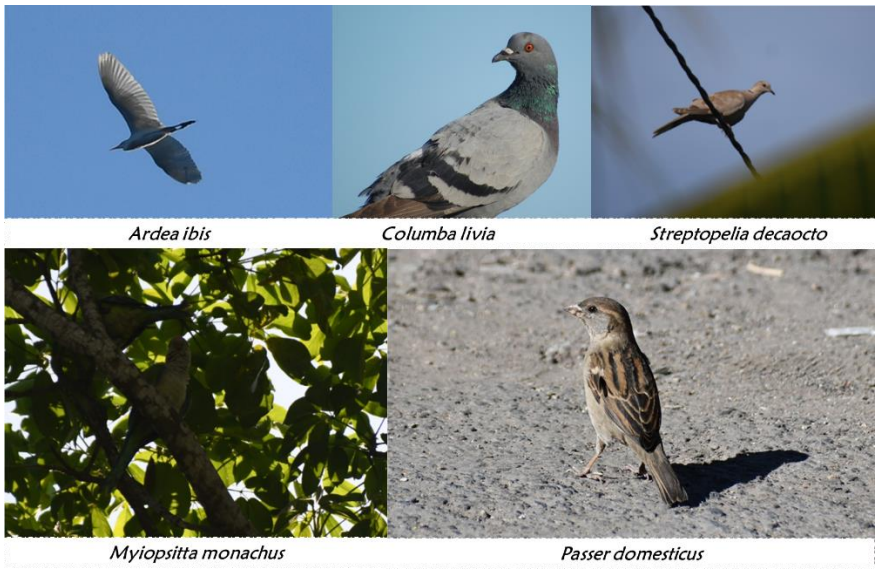


Figura 197. **Especies faunísticas indicadoras de perturbación registradas en la zona del proyecto.**

FLORA

Tabla 109. Especies florísticas indicadoras de perturbación presentes en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	SA	AI	AP
Amaranthus spinosus	Amaranto	Herbácea	Nativa	*	*	*
Casuarina equisetifolia	Casuarina Australiana	Árbol	Exótica	*	*	
Cenchrus purpureus	Pasto Taiwán	Herbácea	Exótica	*	*	*
Chloris barbata	Am su'uk	Herbácea	Nativa	*	*	*
Euphorbia hypericifolia	Golondrina	Herbácea	Nativa	*	*	*
Ricinus communis	Higuerilla	Arbusto	Exótica	*	*	*
Viguiera dentata	Chamiso	Herbácea	Nativa	*	*	*
Paspalum notatum	Pasto estrella	Herbácea	Nativa	*	*	*

Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	SA	AI	AP
Setaria parviflora	Zacate sedoso	Herbácea	Nativa	*	*	*
Waltheria indica	Tapacola	Herbácea	Nativa	*	*	*
Indigofera hirsuta	Añil velloso	Herbácea	Exótica	*	*	*
Sorghum halepense	Zacate Johnson	Herbácea	Exótica	*	*	*
Tridax procumbens	Hierba del toro	Herbácea	Nativa	*	*	*
Melinis repens	Pasto africano rosado	Herbácea	Exótica	*	*	*



Figura 198. Especies florísticas indicadoras de perturbación registradas en el área del proyecto.

Tabla 110. Evaluación del indicador, especies indicadoras de perturbación.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Especies indicadoras	I	2	Importante

4.6.1.2 Valor comercial

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL

Las especies de flora y fauna con **valor económico** presentes en el área de estudio, incluyen un número considerable de especies arbóreas y especies de reptiles y aves cantoras las cuales son comercializadas en distintos estados del país, representan un componente relevante para la evaluación ambiental. Su extracción o aprovechamiento no regulado puede generar impactos negativos sobre la biodiversidad y la integridad ecológica, afectando la estructura y funcionamiento de los ecosistemas locales. Por ello, es fundamental considerar medidas de conservación y manejo sostenible, así como la regulación de su uso, para minimizar los efectos adversos sobre estas especies y garantizar la preservación de sus hábitats dentro del sistema ambiental del proyecto.

FAUNA

Tabla 111. Especies faunísticas de importancia comercial.

Género - Especie	Nombre común	Distribución	SA	AI
Ctenosaura acanthura	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Nativa	*	*
Iguana iguana	Iguana Verde		*	*
Boa imperator	Mazacuata			*
Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas		*	*
Colinus virginianus	Codorniz Cotuí		*	
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental		*	
Hesperoburhinus bistriatus	Alcaraván Americano		*	
Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera		*	
Myiopsitta monachus	Perico Monje Argentino	Exótica-invasora		*



Figura 199. Especies de importancia comercial registrada dentro de la zona del proyecto.

FLORA

Tabla 112. Especies florísticas de importancia comercial.

Género - Especie	Nombre común	Importancia	SA	AI	AP
Carica papaya	Papaya	Comestible	*	*	*
Cedrela odorata	Cedro	Maderable	*	*	*
Ceiba pentandra	Ceiba	Maderable	*	*	
Cocos nucifera	Coco	Comestible y maderable	*	*	
Cycas revoluta	Palma segú	Ornamental	*	*	*
Delonix regia	Framboyán de Madagascar	Ornamental	*	*	
Diospyros nigra	Zapote negro	Comestible	*	*	
Enterolobium cyclocarpum	Guanacastle	Maderable	*	*	*
Ficus cotinifolia	Amate negro	Ornamental	*	*	*
Ficus insipida	Higuera blanca	Ornamental	*		
Gliricidia sepium	Mataratón	Ornamental	*	*	*
Ixora coccinea	Coralito asiático enano	Ornamental	*	*	*
Malvaviscus arboreus	Altea	Ornamental	*	*	*
Mangifera indica	Mango	Comestible	*	*	
Morus celtidifolia	Amacapulin	Comestible	*	*	*

Género - Especie	Nombre común	Importancia	SA	AI	AP
Persea americana	Aguacate	Comestible	*	*	
Sabal mexicana	Huano	Artesanal	*		
Swietenia macrophylla	Caoba	Artesanal y maderable	*	*	*

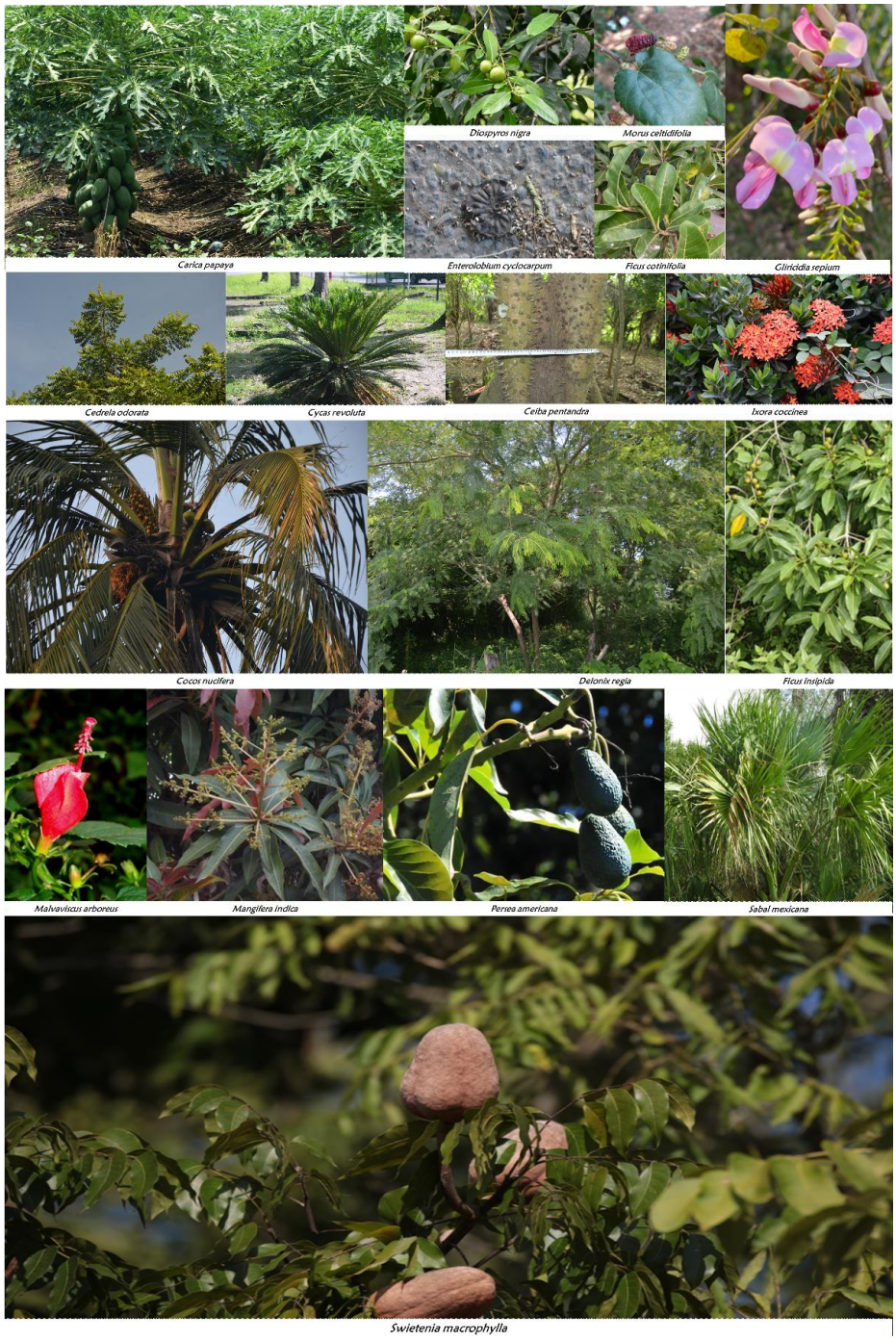


Figura 200. Flora de importancia comercial registrada en la zona del proyecto.

Tabla 113. Evaluación del indicador, especies de importancia comercial.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Especies comerciales	M	2	Importante

IMPORTANCIA ECONÓMICA

El área del proyecto, ubicada en Medellín de Bravo, presenta actividades económicas relevantes tanto del sector terciario (comercio y transporte) como del sector primario, incluyendo agricultura, ganadería y silvicultura. Por lo tanto, la zona posee una importancia económica significativa.

Sin embargo, dichas actividades también generan presiones sobre los ecosistemas locales, afectando la integridad ecológica, la disponibilidad de hábitats y la biodiversidad. Por ello, es fundamental considerar estrategias de manejo sostenible y mitigación ambiental que permitan equilibrar la productividad económica con la conservación de los recursos naturales dentro del área del proyecto. A continuación, se evalúa el indicador correspondiente.

Tabla 114. Evaluación del indicador Importancia económica.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Importancia económica	A	3	Muy importante

RECURSOS ESTRATÉGICOS

Medellín de Bravo se encuentra en una **zona costera,** lo que le otorga ventajas para el desarrollo económico y turístico. Dentro de la zona del proyecto, destaca la **proximidad al puerto de Veracruz,** un punto clave para la concentración y distribución de mercancías a nivel nacional. La carretera objeto del proyecto conecta importantes corredores de transporte de norte a sur y de este a oeste, lo que incrementa su relevancia logística.

No obstante, esta conectividad también genera **presiones ambientales,** derivadas del flujo constante de vehículos, emisiones atmosféricas, ruido, riesgo de accidentes y fragmentación de hábitats. Por ello, la planificación y ejecución del proyecto deben considerar **medidas de mitigación ambiental y diseño vial sostenible,** con el fin de equilibrar el desarrollo económico y la preservación de los recursos naturales en el área de influencia.

Tabla 115. Evaluación del indicador recursos estratégicos.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Recursos estratégicos	I	2	Importante



Figura 201. El proyecto tiene la región costera como recurso estratégico.

IMPORTANCIAS DE SERVICIOS AMBIENTALES

En la zona donde se ubica el proyecto, los servicios ambientales son bajos debido a las condiciones actuales del área y la presencia de asentamientos humanos, actividades agrícolas y ganaderas en sus límites. Esta situación limita funciones ecológicas esenciales, como la captura de CO_2, producción de oxígeno, regulación del clima, infiltración de agua y provisión de hábitats para la flora y fauna, lo que reduce el valor ambiental del "derecho de vía" y sus áreas colindantes.

Los sitios del sistema ambiental y área de influencia que aun brindan servicios ambientales corresponden a las zonas con vegetación forestal, incluyendo ecosistemas como selvas, humedales, manglares, áreas naturales protegidas y cuerpos de agua.

La ejecución del proyecto debe considerar estas condiciones, implementando medidas de mitigación ambiental que reduzcan impactos sobre los servicios ecosistémicos, manteniendo la conectividad ecológica y minimizando la pérdida de beneficios ambientales esenciales dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 116. Evaluación del indicador, importancia de servicios ambientales

Indicador	NOMENCLATURA	VALOR	DEFINICIÓN
Importancia por servicios	B	1	Poco importante

4.6.1.3 Riesgos y amenazas

MODIFICACIÓN DEL ENTORNO

La modificación del entorno en el área de influencia del proyecto ha sido determinada por el crecimiento de asentamientos humanos, áreas agrícolas y ganaderas, así como por la presencia de infraestructura vial existente (carreteras 180 y 150D), lo que ha provocado la pérdida de superficies naturales dentro y fuera del "derecho de vía".

Los principales riesgos de la modernización de un entronque incluyen la pérdida y fragmentación de hábitats naturales, la deforestación, la contaminación del aire y agua por polvo y emisiones, el aumento del ruido, la alteración del paisaje, la disminución de la biodiversidad y el riesgo de erosión del suelo

y deslizamientos. Estos impactos afectan negativamente a la flora y fauna, la calidad del agua y del aire, y los ecosistemas locales.



Figura 202. Modificación existente al entorno en la zona donde se realizarán la construcción de las gasas complementarias y cabinas remotas.

Tabla 117. Evaluación del indicador modificación del entorno.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Modificación del entorno	M	2	Importante

CONTAMINACIÓN

En el área del proyecto y en sus zonas de influencia se detectó la presencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Estos se asocian principalmente a las actividades humanas en el entorno, tales como la operación de vialidades, el crecimiento de asentamientos humanos y las prácticas agropecuarias, lo que evidencia una presión antrópica sobre la calidad ambiental del sitio.

La contaminación debilita el crecimiento de la flora al dañarla físicamente por la lluvia ácida y el smog y alterar los ciclos de vida y reproducción con floraciones retrasadas que desorientan a los polinizadores. Esto puede llevar a la pérdida de biodiversidad, la desertificación y la degradación del hábitat de otras especies.

La contaminación provoca la muerte y migración de especies de fauna, alteraciones en su desarrollo reproductivo, comportamiento, así como la proliferación de fauna nociva.

En consecuencia, la contaminación del agua incluye graves impactos en la salud humana, como enfermedades diarreicas, hepatitis y la transmisión de patógenos, así como la degradación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad al ser esta vital para la vida de plantas y animales.

Tabla 118. Evaluación del indicador contaminación.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Contaminación	M	2	Importante



Figura 203. Presencia de residuos sólidos urbanos en el sistema ambiental y área del proyecto.

Especies introducidas

Tal como se indicó en los apartados de flora y fauna, en el área de estudio y su periferia se identificaron especies exóticas (introducidas), cuya presencia constituye un indicador del grado de perturbación y alteración ecológica que presenta la zona.

FAUNA: *Ardea ibis* (Garza Ganadera), *Columba livia* (Paloma Doméstica), *Myiopsitta monachus* (Perico Monje Argentino), *Passer domesticus* (Gorrión Doméstico) y *Streptopelia decaocto* (Paloma Turca de Collar).



Figura 204. Especies introducidas registradas en el sistema ambiental y área del proyecto.

FLORA

Tabla 119. Especies florísticas introducidas presentes en la zona del proyecto.

Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen
Albizia lebbeck	Acacia amarilla	Árbol	Exótica
Casuarina equisetifolia	Casuarina Australiana	Árbol	Exótica
Cenchrus purpureus	Pasto Taiwán	Herbácea	Exótica
Cocos nucifera	Coco	Palma	Exótica
Cycas revoluta	Palma segú	Arbusto	Exótica
Delonix regia	Framboyán de Madagascar	Árbol	Exótica
Eulophia maculata	Monja africana	Epífita	Exótica
Indigofera hirsuta	Añil velloso	Herbácea	Exótica
Ixora coccinea	Coralito asiático enano	Arbusto	Exótica
Mangifera indica	Mango	Árbol	Exótica
Melinis repens	Pasto africano rosado	Herbácea	Exótica
Momordica charantia	Pepino cimarrón	Trepadora	Exótica
Morinda citrifolia	Noni	Árbol	Exótica
Ricinus communis	Higuerilla	Arbusto	Exótica
Sorghum bicolor ssp. Verticilliflorum	Sorgo forrajero	Herbácea	Exótica
Sorghum halepense	Zacate Johnson	Herbácea	Exótica



Figura 205. Especies florísticas indicadoras de perturbación registradas en la zona del proyecto.

Tabla 120. Evaluación del indicador especies introducidas.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Especies introducidas	M	2	Importante

PRÁCTICAS INADECUADAS

En la zona donde se localizarán las gazas complementarias y las cabinas remotas del Entronque Paso del Toro se identificaron prácticas inadecuadas, principalmente la deforestación y la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Estas acciones generan impactos ambientales negativos, tales como la pérdida de cobertura vegetal, la disminución del hábitat disponible para la fauna silvestre, el aumento de procesos de erosión y la contaminación del suelo y cuerpos de agua cercanos, lo que evidencia un deterioro progresivo de las condiciones ambientales en el área.

Tabla 121. Evaluación del indicador practicas inadecuadas.

Indicador	NOMENCLATURA	VALOR	DEFINICIÓN
Prácticas inadecuadas	B	1	Poco importante

4.6.2 Resultados de la evaluación

A continuación, se presenta la evaluación general realizada a los diferentes indicadores ambientales, observándose una baja valorización de los indicadores ambientales y medios en los indicadores económicos, así como en riesgos y amenazas.

Tabla 122. Resultados de la evaluación de diagnóstico ambiental.

Indicador	Nomenclatura	Valor	Definición
Valor ambiental			
Integridad ecológica	B	1	Poco importante
Hábitats	B	1	Poco importante
Endemismo	B	1	Poco importante
Especies amenazadas	I	2	Importante
Especies indicadoras	M	2	Importante
Valor económico			
Especies comerciales	M	2	Importante
Importancia económica	A	3	Muy importante
Recursos estratégicos	I	2	Importante
Importancia por servicios	B	1	Poco importante
Riesgos y amenazas			
Modificación del entorno	M	2	Importante
Contaminación	M	2	Importante
Especies introducidas	M	2	Importante
Prácticas inadecuadas	B	1	Poco importante

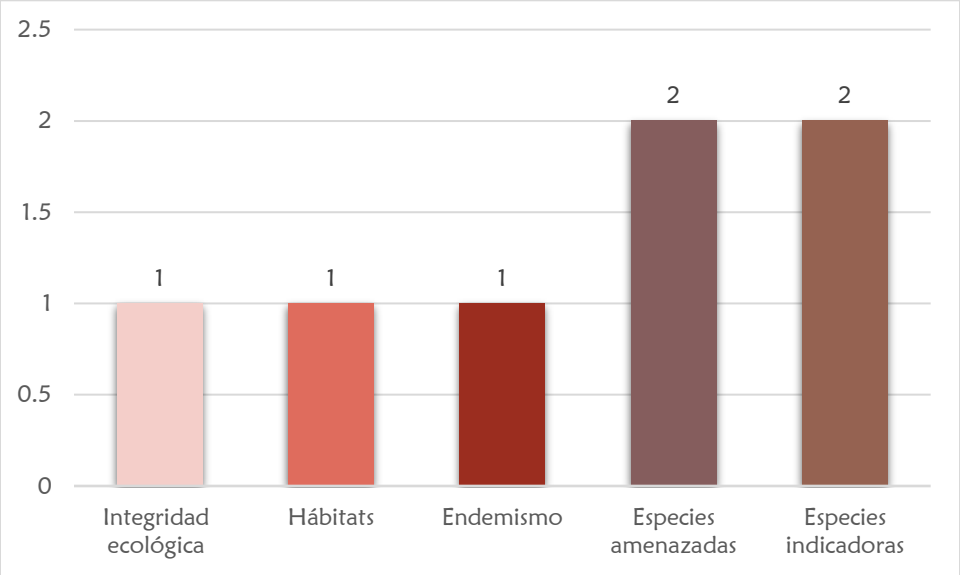


Figura 206. Resultados obtenidos en el valor ambiental.

Como se muestra en la Figura 206, los indicadores integridad ecológica, hábitats y endemismo presentan un valor de 1, considerado de poca importancia, lo que sugiere que la zona mantiene una conservación limitada de ecosistemas y especies nativas, reflejando alteraciones asociadas a actividades humanas.

Por su parte, las especies amenazadas e indicadoras, con nomenclaturas I y M y un valor de 2, se clasifican como importantes, lo que evidencia la presencia de especies cuya protección resulta relevante para conservar la biodiversidad y garantizar la funcionalidad de los ecosistemas.

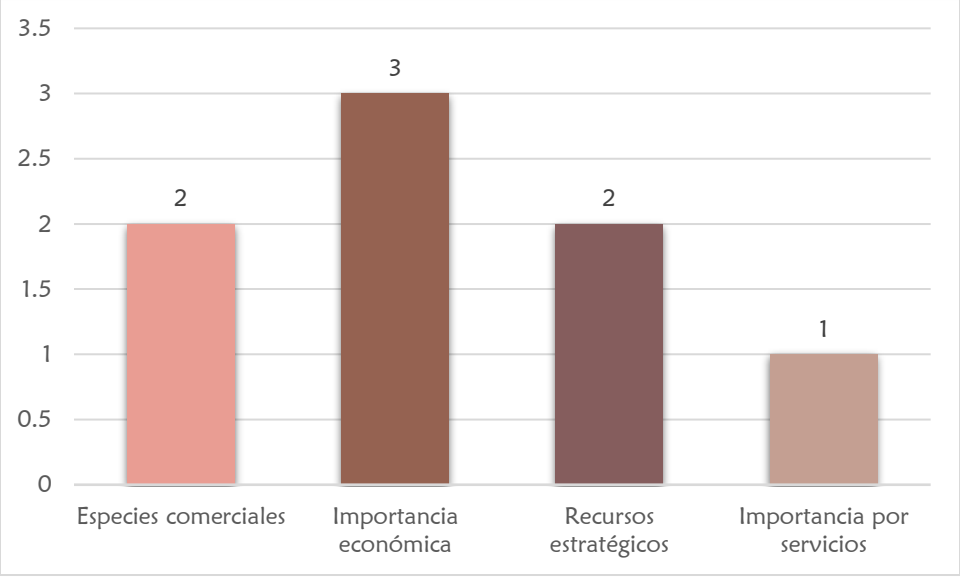


Figura 207. Resultados obtenidos en el valor económico.

Las especies comerciales y los recursos estratégicos se consideran importantes, lo que evidencia que la zona proporciona bienes y servicios con relevancia económica a nivel local o regional.

La importancia económica se clasifica como muy importante, indicando que las actividades vinculadas a los recursos del área generan un impacto económico significativo.

Por otro lado, la importancia por servicios se considera de poca importancia, reflejando que la dependencia de la población o del entorno respecto a los servicios ecosistémicos específicos es limitada.

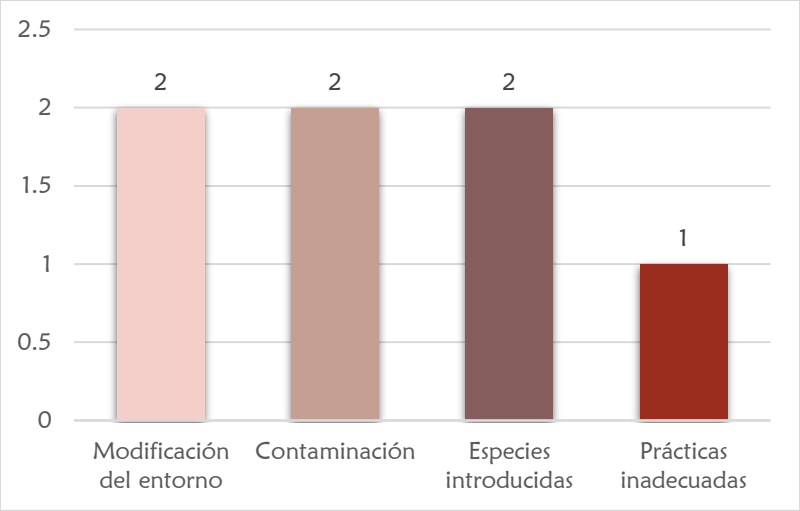


Figura 208. Resultados obtenidos en riesgos y amenazas.

La modificación del entorno, la contaminación y las especies introducidas se catalogan como importantes, ya que reflejan que las alteraciones humanas, la presencia de residuos y la introducción de especies exóticas ejercen presión sobre el equilibrio ecológico.

Por su parte, las prácticas inadecuadas se consideran de poca importancia, lo que indica que, aunque existen actividades humanas negativas, su impacto relativo es menor en comparación con otros factores que afectan la zona.

En conjunto, estos indicadores reflejan que la zona del proyecto se encuentra en un estado de conservación afectado, con presencia de especies de interés y recursos económicos relevantes, pero bajo presiones ambientales derivadas de las actividades humanas.

4.6.3 Conclusiones

Los resultados obtenidos en la evaluación indican que el sistema ambiental SA aún conserva zonas con vegetación forestal en estado secundario que son el hábitat de flora y fauna, incluidas especies que se encuentran enlistadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, la zona donde se localiza el proyecto presenta un **grado de conservación bajo**, principalmente debido a las actividades humanas que se desarrollan en el área. Las superficies naturales han sido desplazadas por la agricultura, los asentamientos humanos y la deforestación, a lo que se suman los efectos de las vialidades (180 y 150D) vinculadas al proyecto. Estas condiciones han provocado la fragmentación del hábitat y el cambio de uso de suelo, afectando de manera significativa los recursos naturales que aún persisten en la región.

Debido a la perturbación constante provocada por el ruido, las emisiones a la atmósfera y la generación de residuos dentro del área de influencia del proyecto provienen de las vialidades, los asentamientos humanos y las áreas agrícolas, la fauna se ha visto inducida a desplazarse hacia sitios más alejados del

área de influencia directa del proyecto. Estos factores contribuyen al deterioro de los ecosistemas locales y limitan la conectividad de los hábitats.

A pesar de las presiones mencionadas, se registró la presencia de especies endémicas de flora y fauna, algunas de las cuales están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 las cuales deberán ser recatadas y reubicadas. La permanencia de estas especies se explica por la existencia de fragmentos de vegetación nativa, condiciones climáticas favorables, su distribución natural y la resiliencia que presentan frente a las perturbaciones antrópicas. Es importante mencionar que algunas de las especies identificadas en el sitio son extraídas ilegalmente de su hábitat natural para ser comercializadas principalmente las especies canoras.

Para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, que conecta a la Autopista Córdoba – Veracruz (150 D) con la carretera federal 180, San Julián - Paso del Toro no provocará afectaciones e impactos negativos a la diversidad de vertebrados silvestres que se registraron en el área, no obstante, se deberán llevar a cabo todas las medidas que se propongan en el proyecto.

4.7 CONCLUSIONES GENERALES

El área del proyecto se ubica en un entorno con un alto grado de transformación antrópica, donde predominan la infraestructura vial, los asentamientos humanos y las actividades agropecuarias, lo que ha reducido la calidad paisajística y fragmentación de los ecosistemas. A pesar de ello, el Sistema Ambiental aún conserva remanentes de vegetación forestal secundaria que sirven de refugio a especies de flora y fauna, incluidas algunas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuya permanencia está ligada a la resiliencia ecológica y a las condiciones climáticas favorables de la región.

Los análisis realizados muestran que la afectación directa del proyecto será reducida (0.74 ha, equivalente al 0.0073 % de la superficie total que cubre el Sistema ambiental), y que, mediante la aplicación de medidas de mitigación y compensación principalmente el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, así como la colecta de germoplasma, rescate de flora, reubicación de cobertura vegetal y reforestación, es posible minimizar los impactos sobre la biodiversidad y garantizar la preservación de los recursos naturales presentes.

El paisaje, se identificó que la zona ya presenta una fragilidad alta y un nivel de conservación bajo, por lo que el impacto adicional de las obras será limitado y podrá integrarse de manera moderada al entorno visual. Asimismo, los beneficios sociales y económicos derivados de la modernización del entronque Paso del Toro son relevantes, ya que la obra contribuirá a mejorar la conectividad regional, facilitar el tránsito de mercancías y personas, y fortalecer el desarrollo urbano y rural en el área de influencia.

En síntesis, el proyecto es ambientalmente viable siempre que se cumpla de manera estricta con las medidas de mitigación y compensación propuestas, lo que permitirá equilibrar los impactos sobre el medio ambiente con los beneficios en materia de movilidad y desarrollo regional.

4.8 BIBLIOGRAFÍA

- Abeyrathne, B., Ranatunga, N., Chandrasiri, S. & Madola, I. (2024). Faunal Diversity and the Ecological Aspects of a Community-Based Fragmented Lowland Rainforest Patch in Western Province, Sri Lanka. *Environment and Natural Resources Journal*, *22 (2)*, 119–128.
- Aguiló M., Aramb uru, M. P., Blanco, A., Calatayud, T., Carrasco, R. M., Castilla, G., Castillo, V., Ceñal, M. A., Cifuentes, P., Díaz, M., Díaz, A., Escribano, R., Escribano, M. M., Frutos, M., Galiana, F., García, A., Glaria, G., González, S., González, C., Iglesias, E., Martin, A., Martínez, E., Milara, R., Monzón, A., Ortega, C., Otero, I., Pedraza, J., Pinedo, A., Puig, J., Ramos, A., Rodríguez, I., Sanz, M. A., Tevar, G., Torrecilla, I., Yoldi, I., y Rhea, S. A. (1993). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y Metodología. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y Medio Ambiente Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid: 809 pp.
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical Andina. Conservación Internacional-Colombia, Series Manuales de Campo, Panamericana Formas e Impresos S. A. Bogotá D.C.
- Aranda M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimientos y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.
- Baliton R., Landicho L., Cabahug, R. E., Paelmo, R. F., Laruan, K., Rodriguez, R., Visco, R. G. & Castillo. A. K. (2020). Ecological services of agroforestry systems in selected upland farming communities in the Philippines. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *21*, 707–717.
- Benítez-Badillo, G., A. Hernández-Huerta, M. Equihua-Zamora, M. T. P. Pulido-Salas, S. Ibáñez-Bernal, M. Martín del Campo, L. (2010). En: GEV (Ed.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz; Enrique Florescano, Juan Ortíz Escamilla, coordinadores. México: Gobierno del Estado de Veracruz: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana: Universidad Veracruzana, 2010. v. 1, p. 171-202.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. & Mustoe, S. H. (2000). *Bird census techniques*. Londres: Academic Press.
- Blanco, A. A. (1979). La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. Tesis Doctoral. E.T.S. Ing. de Montes. Univ. Politécnica de Madrid.
- Blaustein, A. R., Wake, D. B. & Sousa W. P. (1994). Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. Conservation Biology, 8 (1), 60-71.
- BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management) (1980). Visual resource management program. Div. of Recreation and Cultural Resource. Stock No.0224-011-000116-6. Government Printing Office, Washington, D.C: U.S.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., Griffiths, M., Holden, J., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., MacDonald, D.W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, J. L. D., Tilson, R. & Shahruddin, W. (2002). The use of photographic rates to estimate densities of cryptic mammals: response to Jennelle *et al*. *Animal Conservation, 5*, 121–123.
- Cave, L. (24 de octubre de 2020). Wildlife corridors in urban habitats. *Wild ideas connecting communities and nature.* https://www.wild-ideas.org.uk/2020/10/24/wildlife-corridors-in-urban-habitats/
- Ceballos, G. & Oliva, G. (Coords.). (2005). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/Fondo de Cultura Económica. D. F. 988 p
- Colwell, R. K. & Coddington. J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B, *345*, 101–118.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1 User's Guide and application published

- CONABIO (2024). Aves de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/aves-de-mexico
- CONABIO. (2011). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.
- CONABIO. (2020). Regiones Terrestres Prioritarias y Provincias Fisiográficas de México.
- CONABIO. 2025. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONAPO. (2020). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020. Ciudad de México: Comisión Nacional de Población.
- Crump, M. L. & Scott. N. Y. (1994). Visual encounter surveys. En W. Heyer, M. A. Donnelley, R. A. McDiarmid, L. C. Hayek y M. C. Foster (Eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution. USA.
- DATA-MÉXICO. (27 de agosto de 2025). Métricas económicas. Obtenido de Economía.Gob.Mx: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico?covidMetricSelector=rollingMeanOption&medicalSupplies=medical_300&topSupplies=topSuppliesByUnits&treatmentCost=treatmentCost&treatmentMonths=202003
- DGPE. (2022). Información estadistica del sistema educativo estatal. Xalapa: Secretaría de Educación de Veracruz.
- Díaz-Pulido, A. & Payán, G. E. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto Humboldt Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Panthera. Colombia.
- eBird (2025). Listado de campo de eBird. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. https://ebird.org/printableList?regionCode=MX-VER-199
- FMCN, CONAFOR, USAID & USFS (2018). Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
- Forman, R. T. T. & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 29*, 207–31.
- Fritts, R. (16 de marzo de 2022). *Avian Superhighways: The Four Flyways of North America.* https://abcbirds.org/blog/north-american-bird-flyways/
- GBIF.org (18 August 2025) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.8dcw4m
- González-Christen A. & Delfín-Alfonso, C.A. (2016). Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección. Pp. 499-534 en Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México.
- Gregory, R., Gibbons, D. W. & Donald, P. F. (2004). Bird census and survey techniques. *En* W. J. Sutherland, I. Newton, y R. Green (Eds.). *Bird ecology and conservation* (17–56 pp.). Oxford: Oxford University Press.
- Grilo, C., Borda de Agua, L., Beja, P., Goolsby, E., Soanes, K., le Roux, A., Koroleva, E., Ferreira, F. Z., Gagné, S. A., Wang, Y. & González-Suárez, M. (2021). Conservation thraits from roadkill in the global road network. *Global Ecology and Biogeography, 30, 2200-2210.*
- Hernández-Baz, F. & Rodríguez-Vargas, D.U. (2014). Libro Rojo de la Fauna del Estado de Veracruz, Gobierno del Estado de Veracruz, Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente, Universidad Veracruzana 220 p.
- Hill. J. E., DeVault, T. L.& Belant, J. L. (2019). Cause-specific mortality of the world's terrestrial vertebrates. *Global Ecology and Biogeography, 28,* 680–689.
- Howell, S. N. G. & Webb, S. (2012). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York, EUA.

- INEGI (2008). Conjunto de datos vectoriales de Provincias, Subprovincias y Regiones Fisiográficas de México.
- INEGI. (2008). Conjunto de Datos Vectoriales de Provincias Fisiográficas de México.
- INEGI. (2020). Censo de población y vivienda 2020. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INPI. (21 de agosto de 2025). Instituto Nacional de Pueblos Indigenas. Obtenido de Catálogo Nacional de pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas: https://catalogo.inpi.gob.mx/
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI, c2017.
- Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología, 8(31)*, 151–161
- Karanth, K. U. & J. D. Nichols. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79, 2852-2862.
- Karanth, K.U., Nichols, J. D. & Kumar, N. S. (2004). Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. En W. L. Thomson (Ed.). *Sampling rare or elusive species* (229-247). Island Press. Washington.
- Kaseloo, P. A. & Tyson, K. O. (2004). Synthesis of Noise Effects on Wildlife Populations. FHWA Report.
- Kaufman, K. (2005). *Guía de campo a las aves de Norteamérica*. Hillstar Editions L. C. New York, EUA. 392 p.
- Kociolek, A.V., Clevenger, A. P., St Clair, C. C. & Proppe, D. S. (2011). Effects of road networks on bird populations. *Conservation Biology, 25 (2)*, 241–249.
- Krebs, C.J. (2000). Ecología: Distribución de la Abundancia. 2da. Ed. Oxford University Press México, Méx., D.F. 753 p.
- Lamprecht, H. (1962). Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana*, *13(2)*, 57–65.
- Macario-Cueyactle, D., Salazar-Ortiz, J., Pérez-Sato, A., Llarena-Hernández. R. C., Alavéz-Martínez, N. M., Serna-Lagunes, R. (2019). Riqueza y abundancia de mamíferos en un ambiente antropizado en Zongolica, Veracruz. *Ecosistemas y recursos agropecuarios, 6(18)*, 411 – 422.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd.
- Mezhua-Velázquez, M. J., Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú G. B., Pérez-Gracida, L. D., Salazar-Ortiz, J., Mora-Collado, N. (2022). Diversidad de mamíferos medianos y grandes del Ejido Zomajapa, Zongolica, Veracruz, México: implicaciones de manejo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios, 9(2),* e3316.
- Molenaar, de J. G., Sanders, M. E., Jonkers, D. A. (2006). Road lightning and grassland birds: local influence of road lightning on a black-tailed godwit population. En C. Rich, & T. Longcore (Eds.), *Ecological consequences of artificial night lighting* (pp. 114–136). Island Press.
- MOPT (1993) Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas, Madrid, España. 809 pp.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C. & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *14 (35)*, 68–75.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C. & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus* L.) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *14 (35)*, 68–75.
- Moreno, C. E. & Halffter. G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, *37*, 149–158.

- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (1ª Ed.). M&T – Manuales y Tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 1. Zaragoza.
- Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley Internacional. United States of America.
- Ohmann, L. J., y A. T. Spies, (1998). "Regional gradient analysis and spatial pattern of Woody plant communities of Oregon forest". Ecological Monographs, 68: 151-182.
- Peralta-Vázquez (12 de octubre de 2017). Costa veracruzana alberga 508 especies de peces. *Universo, Sistema de noticias de la Universidad Veracruzana*. https://www.uv.mx/prensa/general/costa-veracruzana-alberga-508-especies-de-peces/
- PNUD. (2023). Informe de desarrollo humano municipal 2010 -2020 una decada de transformaciones locales en México. Ciudad de México: Programa de las naciones unidas para el desarrollo.
- Powell, R., Conant, R. & Collins, J. T. (2016). Peterson Field Guide to Reptiles and Amphibians Eastern and Central North America (4ª Ed.). Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Ramírez-Bastida P., Navarro-Sigüenza, A. G., Meléndez-Herrada, A., Ruiz-Rodríguez, A., VargasGómez, M. (2017). Propuesta de Plan de Manejo de Perico Monje. UNAM, UAM, CONABIO.
- Reid, F. A. (2006). A Field Guide to Mammals of North America, North of Mexico. Volume 4 of Peterson field guide series. Houghton Mifflin Harcourt.
- Reijnen, R. & Foppen, R. (2006). Impact of road traffic on breeding bird populations. En Davenport, J. & Davenport, J.L. (Eds.), The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment (pp. 255–274). Springer, The Netherlands.
- Reynoso, V. H., Vázquez-Cruz, M. L., y Arroyo-Rivera C. R. (2021). Evaluación del estado de conservación, amenazas y comercio internacional de las especies del género *Ctenosaura* bajo los criterios de la Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP17) de la CITES. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. QE006. Ciudad de México.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México.
- Rzedowski, J., (1978). Vegetación de México. s.l.: Limusa.
- SADER. (2023). Intención de siembra y cosecha. Ciudad de México: Servicio de información agroalimentaria y pesquera.
- Sanchez-Gonzalez, A., Lopez-Mata, L. & Granados-Sanchez, D. (2005). Semejanza florística entre los bosques de Abies religiosa (H.B.K.) Cham. & Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. Invest. Geog [online]. 2005, n.56 [citado 2022-01-21], pp.62-76. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188461120050001000005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2448-7279.
- SEMARNAT (2012). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013.
- SEMARNAT (2016). Atlas de humedales de México.
- Sibley, D. A. (2014). The Sibley Guide to Birds. Second edition. New York, Alfred A. Knopf
- SIEGVER. (2023). Cuadenillos municipales. Secretaria de finanzas y planeación. Xalapa: Gobierno del estado de Veracruz. Recuperado el 19 de agosto de 2025, de https://www.veracruz.gob.mx/finanzas/informacion-socioeconomica-por-municipio/cuadernillos-municipales/
- Torres-Hernández, L. A., A. Ramírez-Bautista, R. Cruz-Elizalde, U. Hernández-Salinas, C. Berriozabal-Islas, D. L. De Santis, J. D. Johnson, A. Rocha, E. García-Padilla, V. Mata-Silva, L. A. Fucsko y L. D. Wilson. (2021). The herpetofauna of Veracruz, Mexico: composition, distribution, and conservation status. Amphibian and Reptile Conservation, 15(2): 72–155 (e285).
- Toth, M. (15 de abril de 2024). Migration Marvels Millennia in the Making. *American Bird Conservancy. https://abcbirds.org/bird-migration-facts/*

- Urquijo, P. (2014). "El paisaje como concepto geográfico, histórico y ambiental", en, S. Barrera-Lobatón y J. Monroy (Coords.), Perspectivas sobre el paisaje, Bogotá, Jardín Botánico José Celestino Mutis/Universidad Nacional de Colombia, pp. 81.
- Van Der Ree, R., Van Der Grift, E. A., Mata, C. & Suarez, F. (2007). Overcoming the barrier effect of roads - how effective are mitigation strategies? An international review of the effectiveness of underpasses and overpasses designed to increase the permeability of roads for wildlife. En C. L. Irwin, D. Nelson & K. P. McDermot (Eds.), *International Conference on Ecology and Transportation* (pp. 423–431). Center for Transportation and The Environment, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, Little Rock, Arkansas, USA.
- Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M., Ospina & Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon 12:213-251.
- Zimmerman, M. E. (2003). The black market for wildlife: combating transnational organized crime in the illegal wildlife trade. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, *36*, 1657–1689.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



Índice

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3
5.1 INTRODUCCIÓN 3
5.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 3
5.2.1 Criterios para la identificación de impactos 3
5.2.2 Indicadores de impacto 4
5.2.1.1 Metodología para la valoración de los indicadores de impacto 4
5.2.3.2 Resultados de la identificación y valoración de los indicadores de impacto 5
5.2.4 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 13
5.2.4.1 Matriz de Interacciones (Causa -Efecto) 13
5.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 21
5.3.1 Agua 22
5.3.1.1 Factor: Calidad del agua 22
5.3.1.2 Factor: Hidrología subterránea 24
5.3.2 Suelo 24
5.3.2.1 Factor: Calidad del suelo 24
5.3.2.2 Factor: Relieve y carácter topográfico 25
5.3.2.3 Factor: Erosión 26
5.3.2.3 Factor: Estructura y características 26
5.3.3 Aire 27
5.3.3.1 Factor Confort Sonoro 27
5.3.3.2 Factor: Calidad del aire 28
5.3.4 Cambio climático 29
5.3.4.1 Factor: Gases de efecto invernadero 29
5.3.4.2 Factor: Captura de carbono 30
5.3.5 Flora 30
5.3.5.1 Factor: Diversidad florística 30
5.3.5.2 Factor: Cobertura vegetal 31
5.3.6 Fauna 32
5.3.6.1 Factor: Diversidad faunística 32
5.3.6.2 Factor: Poblaciones de fauna silvestre 34
5.3.6.3 Factor: Especies exóticas 35
5.3.6.4 Factor: Hábitat 35
5.3.6.5 Factor: Movilidad 36
5.3.7 Paisaje 37
5.3.7.1 Factor: Calidad y fragilidad del paisaje 37
5.3.8 Socioeconómico 38
5.3.8.1 Actividades económicas 38
5.3.8.2 Molestias y Accidentes 38
5.3.8.3 Infraestructura 39
5.4 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 40
5.5 CONCLUSIONES 52
5.6 BIBLIOGRAFÍA 53

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se identifican, evalúan y caracterizan los impactos ambientales que involucran las actividades del proyecto para la modernización del Entronque Paso del Toro, ubicado en el Estado de Veracruz. En los apartados anteriores se han descrito las características del proyecto, la vinculación sobre la legislación ambiental y las características ambientales y sociales del área de estudio. Ante esto, es necesaria la integración de información con el fin de determinar los impactos ambientales y sociales, para posteriormente establecer las medidas de prevención o mitigación y en el mejor de los casos evitar la generación de impactos de naturaleza negativa.

Los **impactos** se entienden como: el cambio positivo o negativo que resulta de la puesta en marcha de un conjunto de servicios o actividades en un determinado contexto ambiental y social. Generalmente se mide a largo plazo (Robin 2010). La medición de los impactos se traduce en producir indicadores o medidas de productos y procesos intermedios y finales, que permiten medir dónde estamos en cada momento y comparar esas mediciones con los objetivos marcados para confirmar el rumbo emprendido o rectificar si fuera necesario.

Los **impactos ambientales** se generan cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, ya sea en el medio ambiente o algunos de sus componentes bióticos o abióticos (Conesa Fernández 2000). Respecto a los **impactos sociales** son todos aquellos posibles cambios y consecuencias (positivas o negativas) en la población que resultan del desarrollo de proyectos y que pueden alterar la forma en que las comunidades y los individuos viven, trabajan, se relacionan entre sí y se organizan para satisfacer sus necesidades, incluyendo aquello que pueda afectar sus derechos, creencias y valores que rigen y organizan su cosmovisión, su entorno y sus contextos socioeconómicos y culturales (Martínez y Gómez 2016). Así mismo, en el Artículo Primero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos (DOF 2025).

Con lo anterior y la consideración de los diferentes impactos que el proyecto puede generar, se adopta una visión sobre tres dimensiones interdependientes del desarrollo sustentable: social, ambiental y económica; que determina una **evaluación ambiental y social**.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

5.2.1 Criterios para la identificación de impactos

La Evaluación de Impacto Ambiental se realizó sobre dos niveles: Sistema Ambiental y Área de Influencia. La identificación de los criterios para la identificación de impactos se basó en: las características técnicas del proyecto y métodos de trabajo considerados (Capítulo 2), las generalidades y particularidades del análisis legal (Capítulo 3), el reconocimiento y descripción de los elementos abióticos y bióticos, paisajísticos, uso del suelo, factores sociales, económicos, culturales y humanos (Capítulo 4), sin embargo, antes de comenzar con la evaluación se determinaron los **Indicadores de impacto**. Estos nos permiten esclarecer y definir los impactos ambientales para su evaluación.

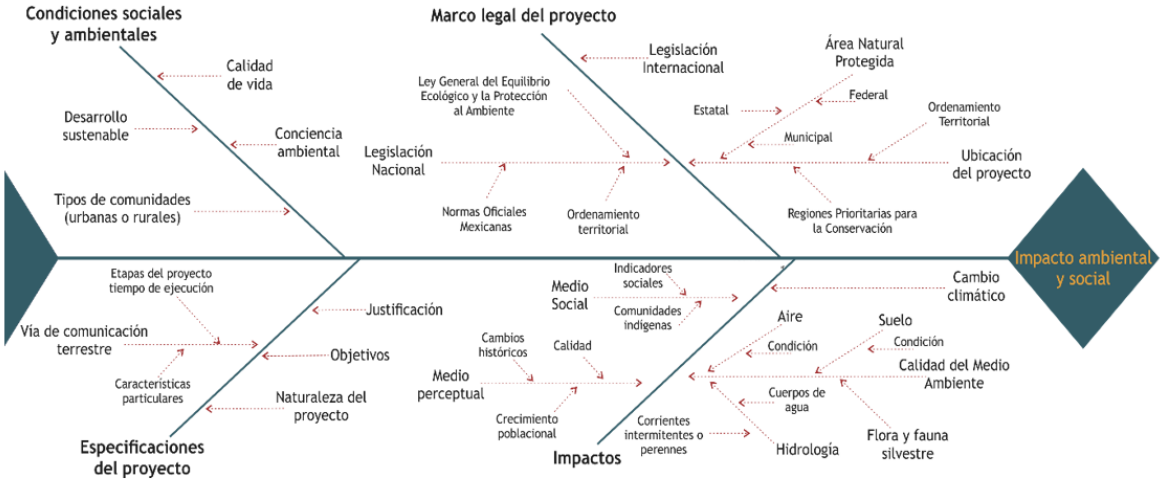


Figura 1. Diagrama de Ishikawa que representa múltiples causas que determinan los impactos ambientales y sociales.

5.2.2 Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto son elementos de síntesis que nos dan idea de la situación ambiental de un área determinada. La mayor parte de estos son de tipo cualitativo, otorgando una mayor precisión en la descripción del impacto ambiental y social, esto resalta la diferencia "con" y "sin" proyecto. En ocasiones esta diferencia otorga una representación más específica sobre el impacto, pero es necesario utilizar los indicadores, porque se considera una expresión medible y real (Conesa Fernández 2000; Gómez Orea y Gómez Villarino 2013).

Los indicadores de impacto nos permiten esclarecer y definir los impactos para su evaluación; con ello se representa el escenario actual y con las distintas actividades del proyecto. Además, un **indicador de impacto** es reconocido por medir la magnitud de las alteraciones sobre cada factor, el cual se expresa de diferentes maneras, de acuerdo con la naturaleza de cada uno y su unidad medible que permite cuantificar el impacto (Gómez Orea y Gómez Villarino 2013). Para llegar a ello, es necesario identificar los atributos ecológicos y sociales claves de un área. **En este proyecto se tomaron a partir del área de influencia y Sistema Ambiental.**

5.2.1.1 Metodología para la valoración de los indicadores de impacto

La valoración requiere dos tareas: La primera de ellas es reunir, analizar y calificar los datos relevantes de la información bibliográfica, documental, sistemas de información geográfica para cada indicador y trabajo de campo. La segunda de ellas son los resultados de los análisis de la primera, para determinar la categoría apropiada para cada indicador. Finalmente, el valor de cada indicador debe realizarse utilizando las categorías y valores.

Tabla 1. Valoración por cada indicador (adaptado de Parrish et al 2003 y APN 2004).

CALIFICACIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN
Muy bueno	4	Se encuentra en un estado ecológico deseable, no presenta alta intervención humana. Los procesos ecológicos no requieren intervención del hombre para el mantenimiento de los rangos naturales de variación.
Bueno	3.5	Se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, presenta poca intervención humana. Los procesos ecológicos requieren poca intervención del hombre para su mantenimiento.

CALIFICACIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN
Regular	2.5	Se encuentra fuera del rango de variación deseable y aceptable. Presenta alta intervención humana. Los procesos ecológicos requieren un seguimiento y alta intervención humana para su recuperación o restauración.
Pobre	1	Se encuentra lejos de un estado aceptable. Presenta diversas alteraciones ambientales ocasionadas por el hombre. Si el indicador mantiene esas condiciones la restauración o su recuperación será imposible (complicaciones ambientales, costos elevados y poca certeza de tener éxito).

Tabla 2. Valoración final para cada indicador.

Valor	Categoría
>= 3.75	Muy bueno
3.0 – 3.74	Bueno
1.75 – 2.99	Regular
< 1.74	Pobre
0	Ausente/No visible

Los resultados obtenidos permiten generar una estimación de la integridad ambiental y social del SA para el proyecto. Esta define como la capacidad de un sistema para soportar y mantener las condiciones actuales. En los ecosistemas lo plantea como la capacidad que tiene una comunidad de organismos de carácter adaptativo, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de un área o región en particular (APM, 2004). Respecto a los sociales, son un elemento para análisis de la sociedad y la elaboración de sus políticas públicas.

5.2.3.2 Resultados de la identificación y valoración de los indicadores de impacto

A continuación, se presenta la evaluación de los indicadores identificados para el proyecto, para una mejor comprensión de los mismos, dicha identificación se realizó por componente ambiental del SA. Los componentes del SA se integran por: agua, suelo, aire, cambio climático, flora, fauna, paisaje y socioeconómico.

Cabe destacar que, los componentes ambientales se evaluaron con aspectos visuales, principalmente aquellas que se relacionan con las actividades de desarrollo urbano y son visibles. Además, se consideró la información del Sistema Ambiental descrita en el capítulo anterior y otras fuentes como INEGI, CONABIO, SIATL, entre otras.

Agua

El Sistema Ambiental, se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 28 Papaloapan, Cuenca Río Jamapa y otros y Subcuenca Río Jamapa, ésta última abarcando una superficie aproximada de 2,241.52 km2 de acuerdo al Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas del INEGI. Dicha subcuenca se clasifica como exorreica, lo que significa que sus aguas fluyen hacia una cuenca de desagüe exterior, en este caso, hacia el mar y juega un papel crucial en la hidrología de la zona.

A nivel Sistema Ambiental, y de acuerdo a la caracterización realizada en el capítulo anterior, dentro de éste se encuentran un total de 72 cuerpos de agua, divididos en 25 canales, 33 corrientes de agua y 14 líneas centrales[1]. Es importante destacar, que ninguna de estas corrientes de agua y canales, son intervenidos por el proyecto. La corriente de agua más cercana, al entronque, se ubica sobre la carretera federal 180, a una distancia aproximada de 614 m. Dicha corriente es de tipo intermitente y orden 1 y

[1] Representación cartográfica del eje o curso principal de un cuerpo de agua, como un río, arroyo o canal. Es básicamente una línea imaginaria o simbólica que marca el recorrido del flujo de agua dentro de un cauce o red hidrográfica.

de acuerdo a los trabajos de campo realizados, esta corriente presenta modificaciones en la dirección del flujo natural (desvío), muy posiblemente realizado al momento de construir la carretera 180; además que presenta fuertes modificaciones debido a las actividades de agricultura, asentamientos humanos y comercios que se encuentran cercanos, ya que en ella y sus cercanías se registra la presencia de Residuos Sólidos Urbanos y no se descarta la contaminación con químicos derivados de las actividades agropecuarias que se desarrollan en la región

Una de las corrientes de agua, más importantes que se ubican dentro del Sistema Ambiental, corresponde al Río Jamapa, el cual se ubica en los límites sur y este del sistema. Este río no será intervenido por el proyecto, al ubicarse a una distancia aproximada de 3.82 kilómetros del entronque. De acuerdo a datos de CONAGUA, el río Jamapa, presenta un nivel de calidad intermedio (CONAGUA 2024), registra contaminación por coliformes fecales y niveles aceptables de DBO.

En cuanto a la disponibilidad de agua, se logra identificar que gran parte del SA se ha visto modificado por actividades antrópicas, las cuales han propiciado el constante cambio de uso de suelo de terrenos forestales a otros usos de suelo como la agricultura, asentamientos humanos, comercios y carreteras. Esto ha generado una considerable disminución de los suelos que tienen la capacidad de captar e infiltrar el agua.

De acuerdo a datos del INEGI, el uso de suelo predominante en el SA es el pastizal cultivado (43.9%), seguido de la agricultura de temporal anual permanente (27.1%) y agricultura de temporal anual (17.1%), y apenas un 4.9% compuesto con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Con los trabajos de campo realizados, se pudo constatar que dentro del SA también se encuentran otros usos de suelo y tipos de vegetación, como vegetación inducida y vegetación secundaria arbórea de selva de galería (en los márgenes del Río Jamapa); además, se presenta especies con dimensiones y fisonomía, que corresponden a la comunidad de Selva mediana subcaducifolia y especies de selva baja caducifolia con dimensiones considerables, lo cual podría deberse a que la zona de estudio es una zona de transición entre ambas comunidades.

Tabla 3. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE AGUA.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
COMPONENTE: AGUA					
Calidad perceptible del agua	Contaminación con RSU y RME	Condición	Presencia de RSU o RME en corrientes superficiales de agua	2.5	2.5
	Contaminación con agroquímicos	Condición	Evidencia de contaminación de las escorrentías con agroquímicos ya sea por envases o cultivos cercanos	0 No visible	0 No visible
Escorrentía superficial	Patrones de escurrimiento natural por el microrelieve	Condición	Presencia de ríos, arroyos o escorrentías superficiales	3.5	1.0
			Evidencia de modificación o alteración del curso natural de las corrientes de agua superficiales	2.5	1.0
Disponibilidad de agua	Capacidad de captación e infiltración de agua	Superficie	Superficies provistas de vegetación que promueven la infiltración de agua	2.5	2.5
		Superficie	Áreas pavimentadas y urbanizadas que limitan la infiltración de agua	3.5	2.5
PROMEDIO COMPONENTE HIDROLOGÍA				**2.4 "Regular"**	**1.6 "Pobre"**

De acuerdo a la tabla anterior, se determina que para el componente agua, la condición a nivel SA es Regular, es decir, se encuentra fuera del rango de variación deseable y aceptable, puesto que presenta alta intervención humana; mientras que para el AI es pobre, lo cual indica que se encuentra lejos del

estado aceptable, presenta diversas alteraciones ambientales ocasionadas por el hombre. Esto se atribuye también a la poca presencia de corrientes de agua dentro del Área de Influencia y la modificación de las mismas, además de que en el AI predominan las áreas desprovistas de vegetación y pavimentadas. Éstas últimas no permiten la captación y filtración de agua.

Suelo

En el Sistema Ambiental del proyecto, y de acuerdo a datos proporcionados por el INEGI, el tipo de suelo predominante son los luvisoles, crómico y órtico. Estos suelos se caracterizan por el desarrollo de horizontes arcillosos, de buena fertilidad por la presencia de materia orgánica y con gran capacidad de retención de nutrientes. Su textura permite la adecuada filtración de agua y se consideran aptos para usos agrícolas.

En cuanto a la calidad del suelo, tanto en el Área de Influencia como en el Sistema Ambiental, se registra la presencia de Residuos Sólidos Urbanos, si bien, estos no forman grandes áreas de tiraderos a cielo abierto, si es común su presencia, principalmente dentro del AI. Lo anterior debido a la mala disposición realizada por habitantes y trabajadores de la zona. Inclusive, en el área del proyecto, se registra la presencia de residuos de manejo especial, que corresponden a barreras viales, derivadas del abandono por obras anteriores.

De acuerdo con CONABIO, en el SA se identifica que el 30.43% de su superficie, presenta un grado de degradación ligero, ocasionado por las actividades agrícolas y de sobrepastoreo que se desarrollan y que forman parte de las actividades económicas de la región. Inclusive esto, puede dar idea de contaminación el suelo por el uso de agroquímicos necesarios para estas actividades.

Aunque la información proporcionada por la CONABIO no incluye datos específicos sobre la degradación del suelo en la zona del proyecto, los estudios de campo evidencian que las actividades de mantenimiento constante de las autopistas 150D y 180, así como los asentamientos humanos, comercios y áreas dedicadas a la agricultura y al pastoreo, han contribuido al deterioro del suelo.

En cuanto a la erosión, INGEI reporta que el 92.341% del Sistema, se encuentra sin erosión aparente, el 6.359 erosión por asentamientos humanos, 1.238 por zonas urbanas y apenas el 0.062% por acción hídrica, esto da la pauta para considerar que el Sistema presenta condiciones buenas en cuanto a erosión, es decir, se encuentra dentro de un rango de variación aceptable.

Tabla 4. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE SUELO.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
SUELO					
Calidad del suelo	Contaminación con RSU	Condición	Presencia de RSU	3.5	2.5
	Contaminación con residuos peligrosos o de manejo especial	Condición	Presencia de actividades que originen contaminación con residuos peligrosos o de manejo especial	2.5	2.5
Relieve y carácter topográfico	Topografía natural	Condición	Modificaciones en la topografía natural del terreno	2.5	1.0
Erosión características del suelo	Pérdida de superficie de suelo	Superficie	Áreas erosionadas	3.5	3.5
		Condición	Grado de erosión del suelo	3.5	3.5
Características del suelo	Compactación	Superficie	Superficies compactadas	2.5	1.0
			PROMEDIO COMPONENTE SUELO	**3.0 "Bueno"**	**2.3 "Regular"**

De acuerdo a la tabla anterior, las condiciones del suelo a nivel SA se encuentra en un rango Bueno, es decir se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, mientras que el AI presenta un valor Regular, lo que significa que se encuentra fuera del rango de variación deseable y aceptable y presenta alta intervención humana.

Aire

El Sistema Ambiental se caracteriza por la presencia de actividades humanas, siendo pocas las áreas que mantienen condiciones naturales. Entre las principales actividades que se desarrollan en el SA son las actividades agrícolas y pecuarias y, en menor proporción, los asentamientos humanos.

En Área de Influencia predominan las vías generales de comunicación, comercios y algunos asentamientos humanos. Todas estas actividades generan emisiones de gases de la combustión de hidrocarburos, así como la generación de polvos y partículas suspendidas, lo que disminuye la calidad del aire en la zona.

La naturalidad del sonido en el SA también presenta alteraciones, principalmente en las áreas urbanas, carreteras y autopistas. La alteración se considera mayor en el AI del proyecto.

Se prevé que la etapa de preparación del sitio y construcción de las gazas del entronque generen gases provenientes de la combustión de hidrocarburos, polvos, partículas suspendidas y un incremento en la generación de ruido.

Tabla 5. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE SUELO.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
AIRE					
Calidad perceptible del aire	Emisiones a la atmósfera	Condición	Emisiones de gases de combustión de hidrocarburos	3.5	2.5
	Condición natural perceptible del entorno	Condición	Presencia de actividades que generen polvos y partículas suspendidas	3.5	2.5
		Condición	Olor y visibilidad	No visible	No visible
Confort sonoro	Naturaleza del sonido	Condición	Alteración a la naturalidad del sonido	2.5	1.0
PROMEDIO COMPONENTE AIRE				**2.4 "Regular"**	**1.50 "Pobre"**

El componente aire, se encuentra en un rango de valoración regular para el SA y pobre para el AI, como ya se mencionó, esto se debe a la presencia de asentamientos humanos, comercios, carreteras y autopistas, las cuales fomentan la contaminación atmosférica.

Cambio climático

Los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos por las actividades antropogénicas a nivel mundial son el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O). Globalmente, la causa principal del incremento en las emisiones de éstos GEI son las actividades relacionadas con el sector energético que representan el 26% de las emisiones, seguido del sector industrial (19%), forestal (17%), agrícola (14%), residencial y comercial (8%) y de manejo de desechos (3%). Aunque las actividades agrícolas son la cuarta causa de emisiones de GEI, este sector emite grandes cantidades de los llamados gases que no son CO2, que incluyen al N2O y el CH4 con un poder de calentamiento 265 y 28 veces respectivamente, mayor en comparación con el CO2 (Vinisa Saynes et al. 2016).

De acuerdo a datos del INEGI, en la capa de uso de suelo y vegetación serie VII (2021), el uso de suelo predominante en el SA corresponde al pastizal cultivado y a la agricultura de temporal anual y permanente. Esto puede dar pauta a interpretar que dentro del SA la generación de GEI es alta, al predominar actividades agrícolas, al tener poca presencia de vegetación natural, áreas urbanas que cada día se expanden más, áreas comerciales y emisiones de fuentes móviles que provienen del flujo vehicular de autopistas y carreteras.

Tabla 6. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE CAMBIO CLIMÁTICO.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
CAMBIO CLIMÁTICO					
Cambio climático	Captura de carbono	Superficie	Áreas con vegetación forestal y no forestal	2.5	2.5
		Superficie	Áreas desprovistas de vegetación ocupadas por actividades agrícolas o zonas urbanas	1.0	1.0
	Gases de efecto invernadero	Número	Fuentes fijas y móviles que son generadores de GEI	3.5	2.5
			PROMEDIO CAMBIO CLIMÁTICO	**2.3 "Regular"**	**2.0 "Regular"**

En cuanto a cambio climático, tanto el SA como el AI se encuentran en un rango de variación regular; si bien, a nivel SA no predominan las industrias que fomentan la emisión de GEI, si hay alta presencia de áreas agrícolas que también fomentan la presencia de estos gases.

Flora

De acuerdo a datos del INEGI, el Sistema Ambiental reporta la presencia de diferentes usos de suelo y vegetación, como es Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Asentamientos humanos, Pastizal cultivado y Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; sin embargo, al realizar muestreos, se pudo observar que los usos de suelo y la vegetación presentan otras particularidades como: Pastizal inducido, vegetación inducida y vegetación secundaria arbórea de selva de galería. Se pudo también determinar que la comunidad florística del sistema ambiental, presenta especies con dimensiones y fisonomía, que corresponden a la comunidad de Selva mediana subcaducifolia y especies de selva baja caducifolia con dimensiones considerables, lo cual podría deberse a que la zona de estudio es una zona de transición entre ambas comunidades.

En el Área de Influencia del proyecto, se determinó que se encuentra Pastizal cultivado, Pastizal inducido, Vegetación inducida, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, Áreas desprovistas de vegetación, Infraestructura carretera y Asentamientos humanos, por lo que la perturbación en el sitio es constante y mantiene su influencia en la vegetación.

En cuanto a especies vulnerables, los trabajos de campo arrojaron el registro de una especie en NOM (*Cedrela odorata*), con categoría de Sujeta a protección especial (Pr), además, una especie En peligro de extinción (EN) de la lista Roja (*Swietenia macrophylla*). Sin embargo, es probable que se encuentren otras especies con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 u otra, debido a que existen zonas del SA con vegetación, lo que abre la posibilidad de encontrar mayor diversidad florística.

Con los resultados de los trabajos de campo, se puede constatar que el Sistema Ambiental se encuentra en constante modificación, prevaleciendo el cambio de uso de suelo para actividades humanas, lo cual ha generado que las áreas forestales se vean significativamente reducidas y las pocas áreas con vegetación forestal se encuentren en relictos distribuidos dentro del Sistema.

Específicamente para el Área de Influencia, se pueden identificar relictos de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, rodeada por áreas de pastizal inducido y vegetación inducida, donde la mayor presión la ejercen las carreteras involucradas y el propio entronque a modificar; además que la presencia humana por zonas urbanas y áreas comerciales, representa un factor de cambio para el componente flora.

En lo que refiere a especies exóticas, dentro del Sistema Ambiental, se registraron 17 especies, en su mayoría sobre zonas agrícolas y asentamientos humanos ya que fueron sembradas para consumo humano o para producción agrícola.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
FLORA					
Especies y poblaciones	Diversidad florística	Condición	Factores que conforman la tasa de pérdida de diversidad florística	2.5	1.0
			Especies de importancia ecológica (endémicas, nativas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010)	2.5	2.5
			Especies exóticas o invasoras	3.5	3.5
Vegetación forestal y no forestal	Alto y medio valor	Superficie	Superficie de vegetación natural de alto y medio valor	2.5	2.5
	Bajo valor	Superficie	Superficie de vegetación natural de bajo valor	1.0	1.0
	Uso de suelo	Superficie	Superficie con usos de suelo destinados a actividades antrópicas	3.5	2.5
Hábitat	Calidad del hábitat	Condición	Presencia de actividades antrópicas que propician la contaminación de áreas con vegetación	2.5	2.5
			PROMEDIO COMPONENTE FLORA	**2.6 "Regular"**	**2.2 "Regular"**

Fauna

De acuerdo a la revisión de estudios previos, realizada para la caracterización elaborada en el capítulo anterior, fue posible determinar la probable ocurrencia dentro del Sistema Ambiental de al menos 470 especies de vertebrados, de las cuales 348 corresponden a la clase de aves, seguida en orden de riqueza por los reptiles, anfibios y mamíferos. Destacando que la mayor riqueza de aves se debe a que gran parte del SA se encuentra inmerso dentro del AICA "Centro de Veracruz".

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de los 470 taxones con distribución potencial en el Sistema Ambiental, 53 se encuentran bajo algún estatus de conservación. Esto es, 52 taxones sujetos a protección especial, 22 Amenazados y 10 en Peligro de extinción.

Los trabajos de campo realizados para la elaboración de la presente MIA, registraron un total de 78 especies de fauna silvestre, cuya mayor riqueza se presenta en el grupo de las aves con 67 taxones, de los cuales 66 se reportan en el SA y 35 en el AI, seguido de los mamíferos con tres especies (3 en el SA y 2 en el AI); además, de estos 78 taxones registrados, **6 se encuentran bajo algún estatus de conservación. Esto es, 1 taxón Amenazado y 4 sujetos a protección especial**. Asimismo, una especie presenta distribución endémica y 5 son especies exóticas-invasoras.

Se menciona que, de las 78 especies de fauna silvestre registradas en campo, 76 de estas fueron observadas en el Sistema Ambiental y 42 en el AI y de éstas últimas, tres corresponden a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo) Pr, *Iguana iguana* (Iguana Verde), Pr y *Boa imperator* (Mazacuata), A. Se menciona que, se registró un

ejemplar atropellado de *Boa imperator*, particularmente, sobre la Carretera Federal 180 (tramo Veracruz – Coatzacoalcos). Si bien, dicha especie se encuentra en la categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se trata de una especie exclusiva del Área de Influencia del proyecto, de acuerdo a los registros de probable ocurrencia, su presencia también se presenta en el Sistema Ambiental.

En lo que respecta a la diversidad de especies, la Clase Aves presentó los valores de diversidad más altos tanto en el SA como en el AI, **H'= 3.66 (diversidad muy alta; SA)** y **H'= 3.07 (alta; AI)**; seguido de los reptiles con **H'= 1.2 (muy baja; SA)** y **H'= 1.18 (muy baja; AI)**; los mamíferos con **H'= 0.80 (muy baja; SA)** y **H'= 0.67 (muy baja; AI)**; para el grupo de los anfibios solo se calculó un índice de diversidad para el SA, **H'= 0.41 (muy baja)**, ya que en el AI no se registraron especies de este grupo.

En cuanto a especies exóticas-invasoras, en el área de estudio se registraron cinco especies, todas pertenecientes al grupo de las Aves, de dichas especies 4 se registraron a nivel SA y cinco en el AI. Adicional a esto, tanto en el SA como en el AI se registra fauna doméstica de origen exótico, las cuales representan una importante perturbación para el ecosistema natural. Entre esta fauna se encuentra el ganado bovino, gatos y perros. si bien están asociadas a los asentamientos humanos, su comportamiento semiferal actúa en detrimento de las poblaciones naturales de fauna silvestre que aún prevalecen en el territorio donde se inserta el proyecto, incluyendo el ANP de carácter estatal denominada Tembladeras-Laguna Olmeca, la cual dentro del Sistema Ambiental limita al sur con asentamientos humanos.

La presencia de ecosistemas aptos para albergar fauna, se ven afectados tanto en el Sistema Ambiental como en el Área de Influencia, la región se caracteriza por presentar notables impactos, principalmente el cambio de uso de suelo de terrenos forestales para albergar extensas áreas de agricultura, ganadería y asentamientos humanos, lo cual, sumado a la presencia de carreteras, caminos y autopistas representan importantes factores de fragmentación del ecosistema (efecto barrera) y una notable reducción del hábitat de la fauna, lo cual ha ocasionado que la fauna nativa haya tenido que desplazarse hacia áreas más conservadas y con mayor cobertura vegetal.

Tabla 7. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE FAUNA.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
FAUNA					
Especies y poblaciones	Diversidad faunística	Condición	Factores que conforman la tasa de pérdida de fauna	2.5	1.0
		Condición	Presencia de especies de importancia ambiental (endémicas, nativas o bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010)	3.5	2.5
		Condición	Especies exóticas o invasoras	1.0	1.0
Hábitat	Calidad del hábitat	Condición	Presencia de ecosistemas para albergar fauna	2.5	2.5
		Condición	Alteración por actividades de alto y bajo impacto	2.5	1.0
Movilidad	Flujo ecológico	Condición	Efecto barrera	3.5	2.5
		Condición	Dispersión de fauna	2.5	1.0
PROMEDIO FLORA Y FAUNA				**2.5 "Regular"**	**1.6 "Pobre"**

La valoración del componente fauna resulta regular (SA) y pobre (AI) debido a la perturbación del hábitat natural de la fauna silvestre, la constante presión que ejerce el cambio de uso de suelo y la reducción de áreas aptas para albergar fauna.

Paisaje

La caracterización del paisaje, realizada en el capítulo anterior, determinó 8 sitios de evaluación, de los cuales, 3 fueron ubicados dentro del área del proyecto, uno en el área de influencia y 4 en el Sistema Ambiental.

Resultado del análisis realizado, se obtuvo un valor de calidad visual del paisaje bajo, tanto en el área donde se ejecutará el proyecto como en el AI y el SA, ya que en general se localizan áreas modificadas e intervenidas por actividades humanas, con presencia de actividades agrícolas, caminos, carreteras y zonas urbanizadas, lo cual repercute en ambientes naturales alterados y sin una singularidad especial.

En cuanto a la fragilidad del paisaje, en el área del proyecto, el paisaje es altamente frágil, debido a la intensa fragmentación y alteración ocasionada por la infraestructura vial existente, las diversas construcción y asentamientos humanos. Los ecosistemas naturales remanentes como la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia se encuentran en pequeños parches aislados, lo que limita su capacidad de recuperación frente a perturbaciones adicionales. Las condiciones del sitio afectan la calidad visual del entorno, agravando la vulnerabilidad del paisaje.

Respecto al AI y SA, la fragilidad también es alta, aunque existen mayore extensiones de vegetación forestal, dominan áreas agrícolas, lo que mantiene al paisaje en un estado de constante vulnerabilidad. La heterogeneidad del entorno y la presencia de zonas en recuperación contribuyen a una capacidad relativa de absorción de impactos, pero la continuidad ecológica aún está amenazada por la fragmentación y el uso intensivo del suelo.

Tabla 8. Valoración de los indicadores de impacto. COMPONENTE PAISAJE.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
PAISAJE					
Calidad del paisaje	Singularidad del paisaje	Número	Componentes que permiten la singularidad del paisaje en el SA	2.5	1.0
		Superficie	Cambios por el aprovechamiento agrícola y asentamientos humanos	2.5	1.0
			PROMEDIO DE PAISAJE	**2.5 "Regular"**	**1.0 "Pobre"**

Socioeconómico

De acuerdo a la caracterización realizada en el capítulo anterior, en cuanto a los porcentajes de población en situación de pobreza, los municipios de Jamapa y Manilo Fabio de Altamirano, presentan porcentajes arriba del cincuenta por ciento de la población, 55.20 y 56.10 respectivamente, el resto de los municipios se encuentra por debajo de la media.

El grado de rezago social va de Bajo, para los municipios de Jamapa y Manilo Fabio Altamirano a Muy Bajo para Boca del Río, Medellín de Bravo y Veracruz. De igual manera, en cuanto a marginación, los municipios inmersos en el SA presentas grados de marginación bajos, a excepción de Jamapa, el cual presenta un grado Medio, ocupando el lugar número 136 a nivel estatal.

En cuanto a economía, la mayor parte de la población dentro del SA se encuentra trabajando en el sector terciario, involucrándose en actividades de servicio.

Tabla 9. Valoración de los indicadores de impacto.

Factor	Atributo	Categoría	Indicador	Valor	
				SAR	AI
SOCIOECONÓMICO					
Actividades económicas	Actividades económicas	Condición	Actividades generadoras de empleo	**3.5**	**2.5**
Calidad de vida	Nivel de desarrollo municipal	Nivel	Porcentaje de población en pobreza en el municipio	**3.5**	**3.5**
		Nivel	Índice de pobreza para el municipio	**3.5**	**3.5**
		Nivel	Índice de migración para el municipio	**3.5**	**3.5**
		Nivel	Índice de marginación para el municipio	**3.5**	**3.5**
Demografía	Poblaciones urbanas	Número	Áreas urbanas	**3.5**	**3.5**
			PROMEDIO SOCIOECONÓMICO	**3.5 "Bueno"**	**3.3 "Bueno"**

En cuanto al componente socioeconómico, los indicadores de impacto arrojaron valore buenos, tanto a nivel Sistema Ambiental como Área de Influencia, ya que no se identifican índicas altos de marginación, pobreza y rezago social.

5.2.4 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología utilizada para realizar la identificación y valoración de los impactos corresponde a una Matriz de Interacciones (Causa – Efecto) y la Matriz de Importancia de V. Conesa Fernández-Vitora (1996). La metodología emplea por tanto dos matrices, la primera "Matriz de Interacciones, Causa-Efecto" permite identificar que componente ambiental será el más afectado y que etapa generará el mayor número de impactos sobre cada componente. La segunda matriz es la "Matriz de Importancia", la cual permite conocer la severidad de los impactos y ubicar los impactos acumulativos, residuales y sinérgicos, lo cual permitirá determinar el tipo de medida de compensación o corrección que se deberá aplicar para contrarrestar los efectos al haber ejecutado el proyecto.

5.2.4.1 Matriz de Interacciones (Causa -Efecto)

Esta identificación representa una actividad crítica en la evaluación de impacto ambiental, donde es necesario **definir las actividades que causan impactos (ver Tabla 10)** con el fin de conocer que **factores o componentes ambientales pueden ser afectados (ver Tabla 11)** y predecir los cambios o modificaciones que se presentarán en el Sistema Ambiental. El objetivo de esta actividad es proporcionar una primera información de tipo indicativo y cuando mucho cualitativo, para dar el marco básico de referencia para proceder con las siguientes fases de evaluación, como son la descripción de la situación inicial y la predicción de los impactos.

De manera específica para el proyecto se identificaron 3 etapas: preparación del sitio, construcción, y operación-mantenimiento. Por otro lado, se identificaron dentro del Sistema Ambiental 8 componentes ambientales (agua, suelo, aire, cambio climático, flora, fauna, paisaje y socioeconómico) y 21 factores ambientales.

Tabla 10. Etapas y actividades del proyecto.

Etapa	Actividades	
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra	
	Cumplimiento de medidas ambientales	
	Seguridad en obra	Colocación de señalamiento y dispositivos de seguridad en obra
		Desvío y cierre parcial de troncal y gasas
	Instalación de obras provisionales	
	Desmonte	
	Despalme	
Construcción	Operación de maquinaria	
	Acarreos	
	Retiro de infraestructura	Retiro de señalamiento existente
		Fresado de la carpeta actual
		Retiro de obras de drenaje existentes
		Retiro de obras inducidas
	Modificación y construcción de obras de drenaje de alivio	Excavaciones
		Construcción de obras de drenaje
	Construcción de obras de drenaje complementarias	Cunetas, lavaderos y bordillos
	Conformación de terracerías	Nivelación y corte
		Afine y compactación
		Construcción de terraplén
		Capa subrasante
		Construcción de muros
		Protección de talud de terraplén
	Ampliación de cuerpo B (puente)	Perforación
		Subestructura
		Superestructura
	Pavimentación	Base hidráulica
		Riego de impregnación y liga
		Colocación de carpeta asfáltica
	Reubicación de obra inducida	Colocación de postes (CFE y TELMEX) y luminaria de alumbrado vial
	Habilitación de cabinas auxiliares de cobro	Construcción de cabinas
		Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias
		Sistema de equipamiento de cobro
	Instalación de señalamiento (horizontal y vertical) y dispositivos de seguridad	
	Limpieza del sitio (retiro de obras provisionales y señalamiento de obra)	
Operación y mantenimiento	Apertura y operación	
	Inspecciones y mantenimiento	Mantenimiento preventivo
		Mantenimiento correctivo

Tabla 11. Componentes y factores susceptibles de recibir impacto.

MEDIO ABIÓTICO		MEDIO BIÓTICO	
Componente	**Factor**	**Componente**	**Factor**
Agua	Calidad del agua	**Flora**	Diversidad florística
	Hidrología subterránea		Cobertura vegetal
Suelo	Calidad del suelo	**Fauna**	Diversidad faunística
	Relieve y carácter topográfico		Poblaciones de fauna silvestre

	Erosión		Introducción de especies exóticas
	Estructura y características		Hábitat
Aire	Confort sonoro		Movilidad
	Calidad del aire		
CAMBIO CLIMÁTICO		**MEDIO PERCEPTUAL**	
Componente	**Factor**	**Componente**	**Factor**
Cambio Climático	Gases de efecto invernadero	Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje
	Captura de carbono		
MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente		**Factor**	
Socioeconómico		Actividades económicas	
		Molestias y Accidentes	
		Infraestructura	

Una vez identificadas las actividades, componentes y factores, se procede a la identificación de las interacciones existentes, por lo cual se deben tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto (Tabla 10) así como todos los componentes y factores ambientales (ver Tabla 11) que puedan ser afectados. Con esto, se procede a la elaboración de una matriz de interacciones, donde los componentes y factores se colocan a manera de filas y las etapas y actividades como columnas. Posteriormente se marca un número uno "1" en las cuadrículas donde se identifica interacción entre factores y actividades. En caso de no ocurrir interacción, la cuadricula se puede dejar vacía o bien indicar cero (ver Figura 2).

MATRIZ DE INTERACCIONES		Preparación del sitio					
Componente	Factor	Contratación de mano de obra	Seguridad en obra: Colocación de señalamiento y dispositivos de protección de obra	Seguridad en obra: Desvíos y cierres parciales de las vialidades	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme
Agua	Calidad del agua	1			1		
	Hidrología subterránea					1	1
Suelo	Calidad del suelo	1			1		
	Relieve y carácter topográfico				1		1
	Erosión					1	1
	Estructura y características				1		
Aire	Confort sonoro					1	
	Calidad del aire						1

Figura 2. Ejemplificación de la matriz de interacciones.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Matriz de Interacciones, mencionando que, para una mejor visualización, los resultados se plasman **por etapa del proyecto**. La matriz completa se puede consultar en los anexos impresos y digitales de la presente MIA.

5.2.4.1.1 Interacciones por etapa de proyecto

Los trabajos de adecuación del entronque, ocasionarán un total de 193 interacciones entre las diferentes actividades que el proyecto involucra y los componentes ambientales que se verán modificados. Estas

interacciones se distribuyen en 3 etapas: Preparación del sitio, Construcción y Operación-Mantenimiento.

De acuerdo a los resultados de la matriz de interacciones, la etapa con el mayor número de intervenciones corresponde a la etapa de Construcción (Adecuación del entronque), con un total de 133 interacciones, lo cual representa el 69% del total de intervenciones identificadas. Esto se atribuye a que es en esta etapa donde se realizarán el mayor número de actividades que derivarán en modificaciones al Sistema Ambiental. Posteriormente se encuentra la etapa de Preparación del Sitio, con un total de 42 interacciones, que representan el 22% del total. Finalmente, la etapa que representa el menor número de interacciones corresponde a la de Operación y Mantenimiento, donde se identifican apenas 18 intervenciones (ver Figura 3).

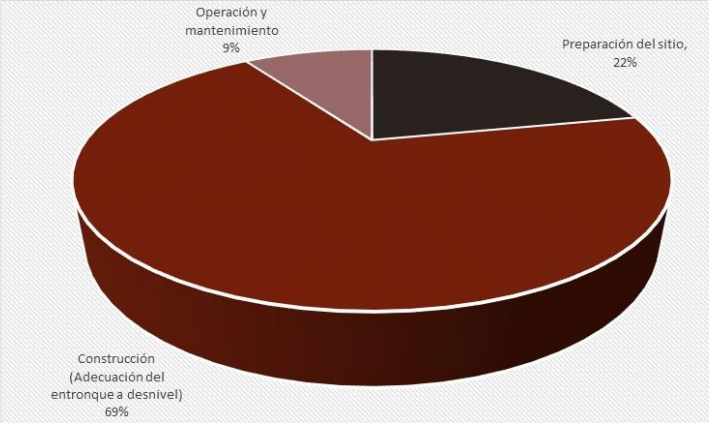


Figura 3. Interacciones por etapa del proyecto.

La siguiente figura, muestra la matriz de interacciones en la etapa de Preparación del Sitio, como ya se mencionó, en esta etapa se identifican 42 interacciones, las cuales intervendrán en su mayoría a los componentes de fauna, suelo, flora y paisaje. Dentro de esta etapa se identifican 5 actividades principales: contratación de mano de obra, seguridad en obra (compuesta por la colocación de señalamiento y desvíos y cierres parciales), instalación de obras provisionales, desmonte y despalme, de las cuales, la mano de obra y despalme representan el mayor número de intervenciones (11), seguida de desmonte (10) e instalación de obras provisionales (7). Esto se atribuye a que con la presencia de mano de obra se alterarán componentes como el agua, suelo, flora, fauna y paisaje. En el caso del desmonte y despalme, con la remoción de la vegetación inevitablemente se alterarán las condiciones de la cobertura vegetal, la diversidad florística, las poblaciones de fauna silvestre, el hábitat actual y la calidad del paisaje.

MATRIZ DE INTERACCIONES		Preparación del sitio					
Componente	Factor	Mano de obra	Seguridad en obra: Colocación de señalamiento y dispositivos de protección de obra	Seguridad en obra: Desvíos y cierres parciales de las vialidades	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme
Agua	Calidad del agua	1			1		
	Hidrología subterránea					1	1
Suelo	Calidad del suelo	1			1		
	Relieve y carácter topográfico				1		1
	Erosión					1	1
	Estructura y características				1		
Aire	Confort sonoro	1				1	
	Calidad del aire						1
Cambio climático	Gases de efecto invernadero						
	Captura de carbono					1	1
Flora	Diversidad florística					1	1
	Cobertura vegetal	1			1	1	1
Fauna	Diversidad faunística	1				1	1
	Poblaciones de fauna silvestre	1				1	1
	Introducción de especies exóticas	1					
	Hábitat	1			1	1	1
	Movilidad						
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisje	1	1		1	1	1
Socioeconómico	Actividades económicas	1					
	Molestias y Accidentes	1	1	1			
	Infraestructura						
	Total por actividad	11	2	1	7	10	11
	Total por etapa	**42**					

Figura 4. Matriz de Interacciones Etapa de Preparación del sitio.

La etapa de construcción corresponde a aquella cuyas actividades se enfocarán a la adecuación del entronque, por tal motivo, es en esta etapa donde se identifican el mayor número de interacciones, (133 en total), donde las actividades con mayores intervenciones corresponden a conformación de terracerías (nivelación y corte, afine y compactación, construcción de terraplén, muros y protección de terraplén) con 27 interacciones; retiro de infraestructura (compuesta por las subactividades de retiro de señalamiento, fresado, retiro de obras de drenaje y de obras inducidas) con 24 interacciones; pavimentación (compuesta por base hidráulica, subestructura, superestructura) y conformación de y sustitución de obras de drenaje con 12 intervenciones.

Las actividades que menos intervenciones tendrán en esta etapa serán: Instalación de señalamiento (3), construcción de obras complementarias de drenaje (3), reubicación de obras inducidas (4) y limpieza del sitio (4).

MATRIZ DE INTERACCIONES		Construcción (Adecuación del entronque a desnivel)																										
Componente	Factor	Operación de maquinaria	Acarreos	Retiro de señalamiento existente	Fresado de la carpeta actual	Retiro de obras de drenaje existentes	Retiro de obras inducidas	Excavaciones	Construcción de obras de drenaje	Construcción de obras de drenaje complementarias (cunetas, bordillos y lavaderos)	Nivelación y corte	Afine y compactación	Construcción de terraplén y capa subrasante	Construcción de muros	Protección de talud de terraplén	Perforación	Subestructura	Superestructura	Base hidráulica	Riego de impregnación y de liga	Colocación de carpeta asfáltica	Reubicación de obra inducida (colocación postes CFE, TELMEX y luminaria de alumbrado vial)	Construcción de cabinas	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias	Sistema de equipamiento de cobro	Instalación de señalamiento (horizontal y vertical) y dispositivos de seguridad	Limpieza del sitio (retiro de obras provisionales y señalamiento de obra)
				Retiro de infraestructura				Modificación y construcción de obras de drenaje de alivio			Conformación de terracerías					Ampliación cuerpo B			Pavimentación				Habilitación de cabinas auxiliares de cobro					
Agua	Calidad del agua				1	1		1	1							1			1		1					1	1
	Hidrología subterránea											1									1							
Suelo	Calidad del suelo	1	1	1	1	1	1	1			1			1		1			1	1	1						1
	Relieve y carácter topográfico								1	1	1		1														
	Erosión					1		1			1				1												
	Estructura y características	1	1								1	1							1								
Aire	Confort sonoro	1	1		1	1		1								1	1	1	1		1						
	Calidad del aire	1	1		1			1			1					1			1	1	1						
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	1																									
	Captura de carbono																										
Flora	Diversidad florística																										
	Cobertura vegetal	1		1	1	1	1	1			1										1	1					
Fauna	Diversidad faunística	1	1		1	1		1			1					1											
	Poblaciones de fauna silvestre	1	1					1			1																
	Introducción de especies exóticas																										
	Hábitat				1					1	1	1	1						1		1	1	1				1
	Movilidad										1	1	1	1					1	1	1						
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1
Socioeconómico	Actividades económicas																										
	Molestias y Accidentes	1		1	1		1	1			1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1		1	
	Infraestructura																										
Total por actividad		10	7	4	9	7	4	10	2	3	12	6	5	3	1	6	2	2	9	4	10	4	3	2	1	3	4
Total por etapa		133																									

Figura 5. Matriz de Interacciones etapa de Construcción.

Finalmente, la etapa de Operación-Mantenimiento, presenta tan solo 18 interacciones, lo que representa apenas el 10% del total identificadas. Cabe recordar que el proyecto consiste en la adecuación de un entronque ya existente, por lo que no se esperan impactos ambientales distintos a los que ya ocurren en la zona por la operación diaria del propio entronque.

MATRIZ DE INTERACCIONES		Operación y mantenimiento	
Componente	Factor	Apertura y operación	Inspecciones y mantenimiento (preventivo y correctivo
Agua	Calidad del agua	1	
	Hidrología subterránea		
Suelo	Calidad del suelo	1	1
	Relieve y carácter topográfico		
	Erosión		
	Estructura y características		
Aire	Confort sonoro	1	
	Calidad del aire	1	1
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	1	
	Captura de carbono		
Flora	Diversidad florística		
	Cobertura vegetal		1
Fauna	Diversidad faunística	1	
	Poblaciones de fauna silvestre	1	
	Introducción de especies exóticas	1	
	Hábitat	1	1
	Movilidad	1	
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisje	1	
Socioeconómico	Actividades económicas	1	1
	Molestias y Accidentes		
	Infraestructura	1	
	Total por actividad	13	5
	Total por etapa	**18**	

Figura 6. Matriz de interacciones etapa de Operación-Mantenimiento.

Los siguientes gráficos muestran el total de las interacciones por etapa y por actividad del proyecto:

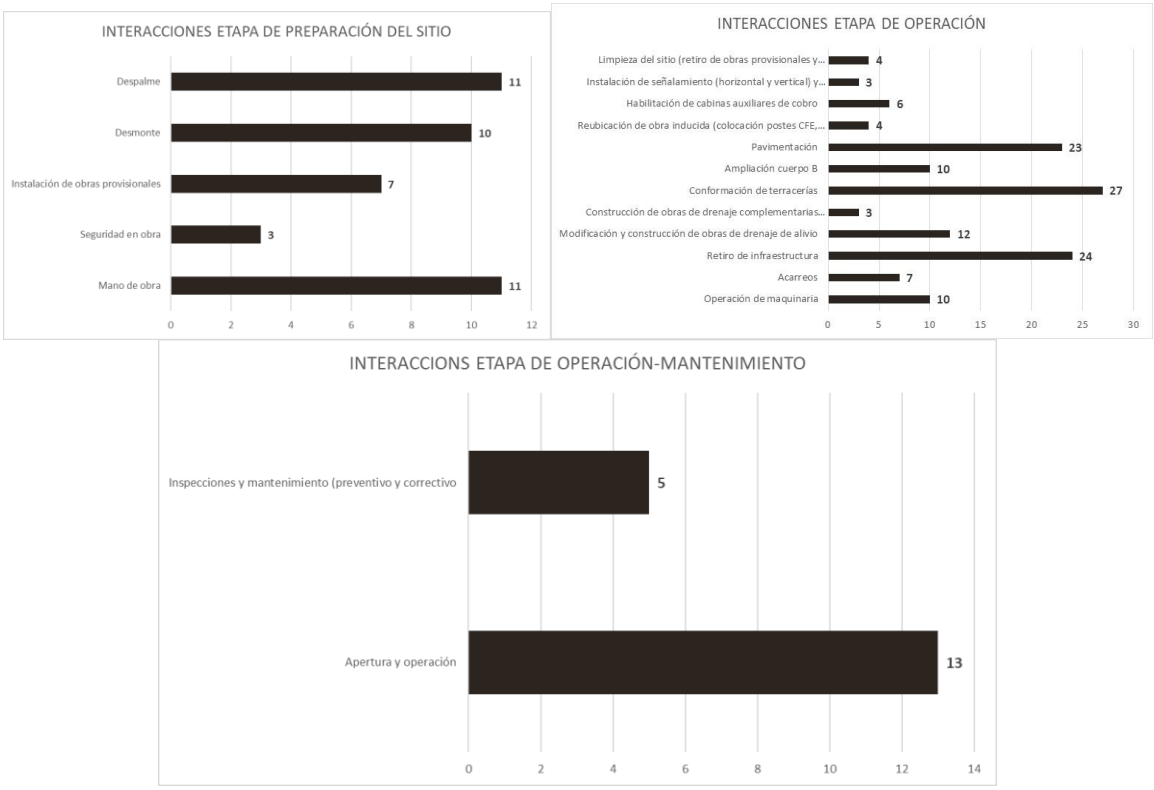


Figura 7. Resultado de interacciones por etapa del proyecto y actividad.

5.2.4.1.2 Interacciones por componente

Referente al número de interacciones por componente ambiental, en la Figura 8 se muestra que el mayor número de interacciones se encuentra en el componente fauna (44), seguido del componente suelo (34), paisaje (26), aire (25) y socioeconómico (24). Los componentes que presentan el menor número de intervenciones son: flora (16), agua (16) y cambio climático (4).

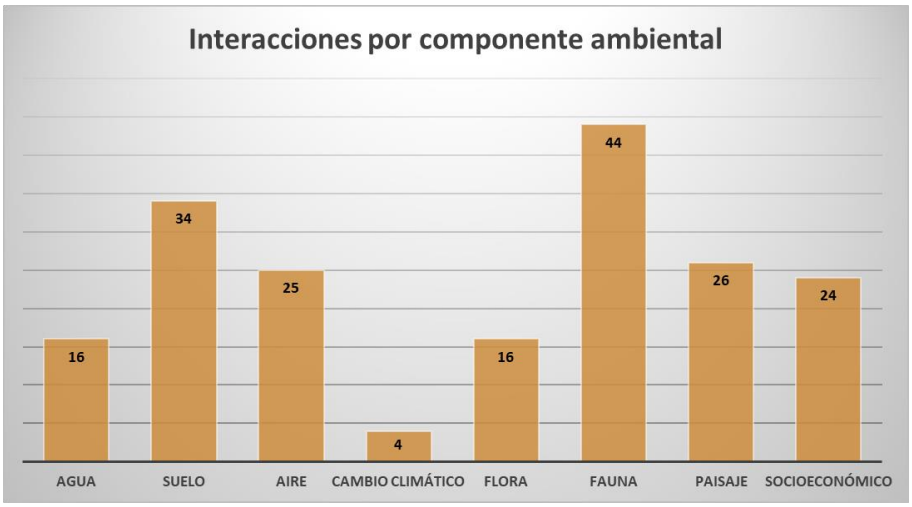


Figura 8. Interacciones por componente ambiental.

El componente fauna presenta un total de 45 interacciones, estás serán por actividades como el desmonte, despalme y conformación de terracerías, las cuales serán las que generen mayores cambios, alterando la diversidad faunística, a las poblaciones de fauna silvestre y el hábitat actual, además, se podrían esperar posibles modificaciones debido a la presencia de mano de obra y por la operación de vehículos y maquinaria, donde la fauna se puede ver comprometida. Se destaca, que esto no implica que dichas afectaciones sean significativas.

El componente suelo, presenta un total de 36 intervenciones, las cuales se darán en su mayoría durante la etapa constructiva y por actividades como la conformación de terracerías, cuyas subactividades afectarán el relieve y carácter topográfico así como la estructura y características del mismos; además que las actividades de desmonte, despalme y excavaciones para la sustitución y retiro de obras de drenaje, expondrá al suelo a procesos erosivos, esto sin omitir que la mano de obra y la operación de vehículos y maquinaria afectarán la calidad del suelo por la generación de los diferentes residuos, principalmente en la etapa de construcción donde será necesario realizar la actividad de fresado para el retiro de la carpeta asfáltica actual en los sitios de ampliación y repavimentación.

El paisaje, presenta 27 interacciones. La presencia de agentes externos, la generación de residuos y la construcción de nueva infraestructura (gasas), deteriorará la calidad del paisaje, principalmente durante el proceso constructivo, además que el desmonte y el despalme, darán una nueva apariencia al sitio. Por otro lado, en el componente socioeconómico, la mayoría de las interacciones (24) se darán en el factor "Molestias y accidentes", ya que el entronque actual corresponde a una obra de gran flujo vehicular, por lo que durante las etapas e preparación del sitio y construcción, deberán realizarse cierres parciales, desvíos y reducción de la velocidad de circulación, lo cual sin duda ocasionará molestias por parte de usuarios, además que la presencia de mano de obra, la generación de residuos, polvos y ruido, también generará molestias en la población cercana (áreas de trabajo). También se menciona, que esta obra, no está exenta de accidentes.

En lo que respecta al componente flora, se identificaron 16 interacciones, estas debidas a la remoción de vegetación forestal y no forestal en actividades como el desmonte y despalme, las cuales afectará la diversidad de especies y la cobertura vegetal, al reducir las áreas con vegetación, modificar el hábitat actual y por la posible contaminación con residuos de la obra, principalmente por el fresado y el retiro de obras de drenaje actual, señalamiento existente, de obras inducidas y excavaciones.

En cuanto a cambio climático, este tuvo un total de 4 interacciones, ya que la operación de vehículos y maquinaria, generará gases de efecto invernadero, además que, con el desmonte y el despalme, se reduce la cobertura vegetal que permite la captura y almacenamiento de carbono.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo a lo establecido por Gómez Orea, un impacto surge de la interacción entra las actividades humanas y su entorno. Siempre que hay una actividad humana se producen impactos, pero muchos de ellos, frecuentemente la mayor parte, son despreciables: para que un impacto sea digno de atención debe ser significativo, por lo cual los estudios de impacto ambiental deben identificar los **efectos notables** "los capaces de producir repercusiones apreciables" en los factores ambientales.

Referente a lo anterior, es importante remarcar la diferencia entre efecto e impacto. El primero se refiere a cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto; mientras que el segundo vincula la valoración de la significancia positiva o negativa producida sobre la calidad ambiental (Espinoza, 2002).

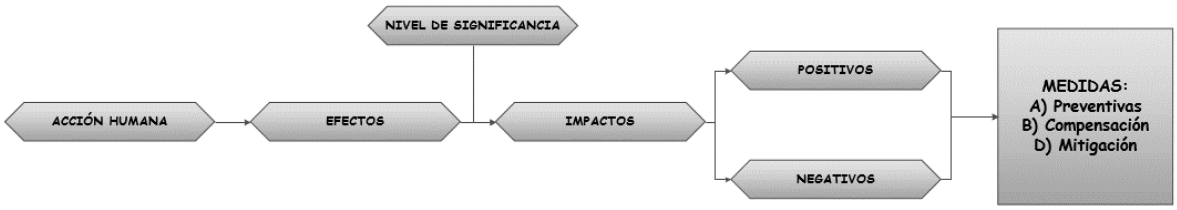


Figura 9. Estructura del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Citando de nuevo a Gómez Orea, los impactos ocasionados por la infraestructura de transporte, corresponden a impactos de ocupación, los cuales se producen por transformación de los espacios o por los cambios de usos de suelo; estos adquieren significación cuando existe discordancia entre la vocación de los ecosistemas o del medio físico (capacidad de acogida) con el tipo y localización de las actividades humanas, y suelen ser de carácter irreversible. En este caso, el proyecto consiste de la adecuación de un entronque existente, cuyo objetivo principal es el de mejorar el flujo de circulación, haciendo más eficientes las incorporaciones y desincorporaciones entre las carreteras involucradas, por lo que el proyecto considera la construcción de tres gazas más al entronque con sus respectivos carriles de incorporación y desincorporación.

Ahora bien, posterior a la matriz de interacciones, se realiza una caracterización, la cual se elabora de manera descriptiva, agrupando aquellas actividades y los efectos que producen sobre los componentes que integran el SA, considerando la extensión espacial y la temporalidad; además de considerar los indicadores de impacto para poder medir posteriormente la magnitud de las alteraciones. Estos indicadores se identificaron en la sección 5.2.3.

A continuación, se presenta la caracterización de impactos ambientales por componente ambiental. Se menciona que, para dicha caracterización, se decide por unir las etapas de Preparación del sitio y construcción:

5.3.1 Agua

5.3.1.1 Factor: Calidad del agua

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Instalación de obras provisionales, fresado, retiro de obras de drenaje existentes, excavaciones, construcción de obras de drenaje, perforación	Pavimentación: base hidráulica y colocación de carpeta asfáltica Instalación de señalamiento	Mano de obra	Operación de vehículos y maquinaria y Acarreos	Apertura y operación Inspecciones y mantenimiento
CAUSA	Depósitos negligentes de residuos y/o escombros provenientes de las obras provisionales, fresado, retiro de obras y perforación	Depósitos negligentes de residuos provenientes del proceso de pavimentación y del señalamiento	Generación de residuos urbanos	Derrame accidental de combustibles y/o aceites en escurrimientos	Depósito negligente de residuos u escombros por parte de usuarios o pobladores cercanos Derrame accidental de combustibles en escurrimientos
DIMENSIÓN ESPACIAL	Sitios puntuales en escurrimientos donde se depositen los residuos o escombros	Sitios puntuales en escurrimientos donde se depositen los residuos	Sitios puntuales en escurrimientos donde se depositen los residuos	Indeterminada, donde se produzca el derrame (dependerá del tamaño y	Sitios puntuales de tiro en escurrimientos, ríos o arroyos

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento
				proporción del incidente)	
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal durante el tiempo que dure el proceso constructivo Permanente (en caso de llevarse a cabo el efecto)				Durante el tiempo que opere el entronque
INDICADOR	♦ Presencia de RSU o RME en corrientes superficiales de agua Valores: 2.5 SA y 2.5 AI ♦ Evidencia de contaminación de las escorrentías con agroquímicos ya sea por envases o cultivos cercanos Valores: No visible, tanto para SA como AI ♦ Presencia de ríos, arroyos o escorrentías superficiales Valores: 3.5 SA y 2.5 AI ♦ Evidencia de modificación o alteración del curso natural de las corrientes de agua superficiales Valores: 2.5 SA y 1.0 AI				
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	1.- Contaminación con residuos urbanos (Negativo) 2.- Contaminación con residuos peligrosos (Negativo) 3.- Contaminación con residuos de manejo especial (Negativo) La existencia de estos impactos dependerá de la prevención, ya que es producto de acciones inadecuadas como depósitos o vertidos irregulares de residuos en escurrimientos, ocasionados principalmente por la mano de obra, así como por la operación de vehículos y maquinaria. Por tanto, la aplicación de medidas preventivas durante la etapa de preparación del sitio y construcción, ayudará a que no se presenten efectos negativos. Los trabajos de adecuación del entronque, requerirán de actividades como el fresado, retiro de señalamiento, retiro de obras de drenaje actual, excavaciones y perforaciones, por lo que se espera la generación de residuos de manejo especial, los cuales deberán disponerse adecuadamente para evitar que éstos lleguen a afectar corrientes de agua cercanas al entronque. En el caso de los residuos peligrosos, estos se darán por actividades de la pavimentación, operación de maquinaria, instalación de obras provisionales como talleres, patios de maquinaria y almacenes, así como durante la instalación del señalamiento vertical y horizontal (pintura) En la etapa operativa, la contaminación con residuos podría ser ocasionada por los usuarios del entronque, así como por actividades humanas que se desarrollan en la zona, y en el caso que estos depositen de manera irregular residuos a orillas del entronque. Es importante mencionar que, dentro del Sistema Ambiental, se encuentran diversas corrientes de agua, 72 en total, de las cuales 25 corresponden a canales de riego, 33 a corrientes superficiales y 14 líneas centrales. En específico por el entronque Paso de Toro no interceptan corrientes de agua, la más cercana se ubica a una distancia de 614 metros y corresponde a una corriente de condición intermitente de orden 1, la cual actualmente ya se encuentra modificada por actividades antrópicas y que no será intervenida por el proyecto. De acuerdo a la caracterización realizada en el capítulo anterior y según datos de CONAGUA, la calidad del agua dentro del Sistema Ambiental es media, se identifica contaminación con coliformes fecales y la presencia de residuos sólidos urbanos.				

5.3.1.2 Factor: Hidrología subterránea

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte/Despalme	Terracerías: Afine y compactación Pavimentación: Colocación de carpeta asfáltica
CAUSA	Remoción de vegetación forestal y no forestal	Compactación e impermeabilización de superficie
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de afectación forestal: 0.74 ha	Superficie de obras permanentes: 1.38 ha
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente	
INDICADOR	♦ Superficies provistas de vegetación que promueven la infiltración de agua Valor: 2.5 SA y 2.5 AI ♦ Áreas pavimentadas y urbanizadas que limitan la infiltración de agua Valor: 3.5 SA y 2.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	4.- Disminución de superficie que permite la filtración de agua al subsuelo (Negativo) Se perderá vegetación que contribuye con los procesos de filtración de agua, esto ocurrirá exclusivamente dentro de la línea de ceros, que como ya se ha mencionado, corresponde al área de afectación directa (1.67 ha) y en este caso dentro de dicha superficie de afectación directa se removerán 0.74 ha de vegetación forestal y 0.06 ha de vegetación inducida (0.06 ha corresponden a asentamientos humanos, 0.17 ha a camino existente, 0.52 ha a pastizal inducido). La compactación del suelo para la conformación de los terraplenes y la pavimentación modificarán las condiciones naturales del suelo, lo que impedirá la captación e infiltración del agua al subsuelo en el área específica de obras permanentes. Actualmente este impacto ya se genera en el entronque, área de influencia y sistema ambiental.	

5.3.2 Suelo

5.3.2.1 Factor: Calidad del suelo

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Instalación de obras provisionales, Retiro de infraestructura, limpieza del sitio, Acarreos	Sustitución de drenaje menor: excavaciones, Terracerías: nivelación y corte, Ampliación cuerpo B: Perforación Pavimentación	Mano de obra	Operación de vehículos y maquinaria	Apertura y operación Inspecciones y Mantenimiento
CAUSA	Derrame de residuos peligrosos o sustancias empleadas en el proceso constructivo y consecuente alteración de las propiedades del suelo Depósitos negligentes de residuos y o materiales producto del retiro de infraestructura existente (principalmente fresado)	Disposición inadecuada de residuos producto de la construcción	Generación de residuos urbanos, residuos Inadecuado manejo y disposición final	Derrame accidental de combustibles en el suelo	Depósitos negligentes de residuos urbanos de usuarios y pobladores cercanos Derrame accidental o provocado de combustibles u otras sustancias por parte de los usuarios
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie donde se produzca el derrame en los sitios de obras provisionales Sitos puntuales donde se depositen residuos (Área de Influencia directa)	Sitios puntuales donde depositen los residuos	Sitios puntuales donde depositen los residuos (Área de Influencia)	Superficie donde se produzca el derrame de combustible o aceite	Sitios puntuales donde depositen los residuos (Generalmente orillas del entronque) Superficie donde se produzca el derrame

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento
					(Generalmente en ancho de obras permanentes)
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente * Se refiere a que, de no ser restaurado el sitio afectado, los residuos serán absorbidos por el suelo, siendo el tiempo de recuperación extenso.				
INDICADOR	♦ Presencia de Residuos Sólidos Urbanos Valor: 3.5SA y 2.5 AI ♦ Presencia de actividades que originen contaminación con residuos peligrosos o de manejo especial Valor: 2.5SA y 2.5AI				
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	5.- Contaminación con residuos urbanos (Negativo) 6.- Contaminación con residuos peligrosos 7.- Contaminación con residuos de manejo especial (Negativo) La existencia de estos impactos dependerá de la prevención, ya que son producidos por acciones inadecuadas o accidentales del manejo de residuos y combustibles. Por tanto, será indispensable tomar medidas preventivas durante la etapa constructiva para evitar afectaciones negativas al suelo. La adecuación del entronque implicará como parte del proceso constructivo el retiro de infraestructura existente como el señalamiento, drenaje menor, obras inducidas y carpeta asfáltica actual. Estas actividades generarán residuos de manejo especial, por lo que se deberá realizar el retiro y adecuada disposición de estos residuos para evitar que queden abandonados una vez finalizada la obra. Durante los trabajos de campo no se registraron tiraderos a cielo abierto, sin embargo, de manera dispersa si se registra la presencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en las cercanías del entronque.				

5.3.2.2 Factor: Relieve y carácter topográfico

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción		
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Instalación de obras provisionales, despalme, construcción obras complementarias de drenaje,	Construcción de obras de drenaje	Terracerías: nivelación y corte y construcción de terraplén y subrasante
CAUSA	Cambios en el relieve en los sitios donde se requiera la instalación de obras provisionales y obras complementarias de drenaje	Cambios en el relieve en sitios puntales donde se construyan obras de drenaje	Cambios en el relieve debido a elevación de la subrasante
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de obras complementarias de	7 obras de drenaje menor a sustituir	Superficie de línea de ceros (1.67 ha)
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente		
INDICADOR	♦ Modificaciones en la topografía natural del terreno. Valor: 2.5SA y 1.0 AI		
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	8.- Modificaciones a la topografía actual del suelo (Negativo) Los trabajos de adecuación del entronque implicarán trabajos como el retiro de vegetación, excavación y compactación, lo cual modificará el relieve actual de manera permanente.; además los trabajos de conformación del terraplén implican también la elevación de terreno actual. Actualmente la topografía del área de influencia actual ya se encuentra fuertemente modificada, debido a la presencia de áreas agrícolas, carreteras e infraestructura urbana, por lo cual se considera que los cambios a la topografía no serán significativos.		

5.3.2.3 Factor: Erosión

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte, Despalme, Retiro de obras de drenaje existentes, excavaciones, nivelación y corte	
CAUSA	Exposición del suelo a procesos erosivos	
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de desmonte y despalme	Superficie en donde se retirarán obras de drenaje y donde se realicen excavaciones y cortes
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente: Sin aplicación de medidas, Temporal: Con aplicación de medidas	
INDICADOR	♦ Áreas erosionadas Valor: 3.5 SA y 3.5 AI ♦ Grado de erosión del suelo Valor: 3.5 SA y 3.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	9.- Susceptibilidad del suelo a procesos erosivos durante el proceso constructivo (Negativo) Como ya se ha mencionado, de acuerdo a información proporcionada por INEGI, el 92.341% del Sistema Ambiental, se encuentra sin erosión aparente, el 6.359 erosión por asentamientos humanos, 1.238 por zonas urbanas y apenas el 0.062% por acción hídrica, esto da la pauta para considerar que el Sistema presenta condiciones buenas en cuanto a erosión, es decir, se encuentra dentro de un rango de variación aceptable. Para el caso del Área de Influencia, si se presentan en las colindancias del entronque algunos signos de erosión, si bien, el proceso constructivo del entronque implica quitar la cubierta vegetal, dejando el suelo expuesto y susceptible a procesos erosivos, principalmente en los sitios de excavación y en donde se retiren las obras de drenaje, no se espera que este impacto sea significativo para el ecosistema actual, con la implementación de las medidas necesarias para reducir dicha afectación.	

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación-Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Protección de talud de terraplén	Apertura y operación
CAUSA	Cubrimiento de superficie con geomanto e hidrosiembra	
DIMENSIÓN ESPACIAL	Terraplenes del entronque	
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente	
INDICADOR	♦ Áreas erosionadas Valor: 3.5 SA y 3.5 AI ♦ Grado de erosión del suelo Valor: 3.5 SA y 3.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	10.- Reducción de procesos erosivos en la etapa operativa por acciones de protección de terraplén (Positivo) Una de las actividades consideradas en el proyecto, es el realizar la protección de terraplenes del entronque, esto se realizará a través de la instalación de geomanto e hidrosiembra. Con esta actividad, se cubrirá la superficie de suelo expuesta con vegetación, la cual permitirá reducir procesos erosivos y proteger el terraplén de deterioros que impliquen a largo plazo mayores actividades de mantenimiento y costos.	

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación-Mantenimiento
	Esta acción deriva en impactos positivos para el componente suelo.	

5.3.2.3 Factor: Estructura y características

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción		
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Instalación de obras provisionales	Operación de vehículos y maquinaria, Acarreo,	Terracerías: Nivelación y corte, afine y compactación; Pavimentación: Base hidráulica
CAUSA	Compactación del suelo		
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficies donde se instalen obras provisionales	Superficie donde circules vehículos y maquinaria	Superficie de línea de ceros y obras permanentes
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Temporal	Permanente
INDICADOR	♦ Superficies compactadas Valor: 2.5 SA y 1.0 AI		
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	11.- Modificación de la estructura del suelo (Negativo) Los trabajos constructivos implicarán la compactación del suelo y con ello la pérdida de permeabilidad lo que aunado a la pavimentación impedirá el crecimiento de vegetación y la captación y filtración del agua cambiando así la estructura y características propias del suelo. La superficie principalmente impactada, será aquella que corresponde a la superficie de obras permanentes, la cual corresponde a 1.39 ha en dicha superficie se espera que el impacto sea permanente, mientras que en las áreas de obras provisionales y por las superficies que opere la maquinaria será temporal.		

5.3.3 Aire

5.3.3.1 Factor Confort Sonoro

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Mano de obra, desmonte, operación de maquinaria, acarreos, fresado de la carpeta actual, retiro de obras existentes, excavaciones, ampliación cuerpo B (perforación, subestructura, superestructura), Pavimentación (base hidráulica, colocación de carpeta asfáltica)	Apertura y operación
CAUSA	Emisión de ruido proveniente de las diversas actividades durante la preparación y construcción, principalmente las que implican mayor uso de maquinaria	Emisión de ruido proveniente de vehículos que circulen por el entronque
DIMENSIÓN ESPACIAL	En la etapa de construcción se toma en cuenta una distancia de 100 metros del punto emisor hasta donde los niveles de ruido empiezan a disminuir. En esta etapa el ruido es menor en tiempo de exposición, ya que su generación es únicamente durante el día	La magnitud e intensidad del ruido generado en la etapa de operación dependerá de la cantidad de vehículos que circulen por el entronque y de la velocidad de circulación. Se estima un buffer no mayor de 100 m para el amortiguamiento del ruido generado por el tránsito vehicular.
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal, el tiempo que dure el proceso constructivo	Permanente una vez iniciada la circulación en las nuevas condiciones del entronque (el entronque actual ya produce emisiones sonoras)

INDICADOR	♦ Alteración de la naturalidad del sonido Valor: 2.5SA y 1.0 AI
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	12.- Alteración de la naturalidad del sonido por el incremento de ruido (Negativo) Este impacto será producido durante todo el proceso constructivo, principalmente donde se emplee maquinaria. Se considera que las actividades de mayor emisión corresponderán al fresado, retiro de obras de drenaje, excavaciones y perforaciones. La alteración de la naturalidad del sonido afectará la presencia de fauna y causará molestias entre usuarios y pobladores cercanos, principalmente porque cerca del entronque se encuentran áreas de trabajo como gasolineras, cabina de cobro, entre otras. En la etapa de operación no se considera que los niveles de ruido se incrementen significativamente, por el contrario, al reducir congestionamientos se podrían bajar los niveles de ruido en este punto en específico.

5.3.3.2 Factor: Calidad del aire

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Despalme, Fresado de la carpeta actual, Sustitución de drenaje: excavaciones, Conformación de terracerías: nivelación y corte, Ampliación cuerpo B: perforación; Pavimentación	Operación de maquinaria, Acarreos
CAUSA	Emisión de polvos Se producirá por material particulado (polvo), donde las partículas de polvo se colocarán en suspensión en el aire.	Emisión de partículas (polvo y humo) El efecto de polvo se producirá por los acarreos de material y operación de vehículos y maquinaria, donde en conjunto se producirán partículas y polvos
DIMENSIÓN ESPACIAL	Indeterminado, depende de las condiciones climáticas como velocidad del viento y dirección, sin embargo, se podría estimar que la deposición de partículas cerca de los 1000 m de distancia del punto generador.	
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal: El tiempo que duren estas actividades dentro del proceso constructivo	
INDICADOR	♦ Presencia de actividades que generen polvos y partículas suspendidas Valor: 3.5 SA y 2.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	13.- Contaminación por la generación de polvos y partículas provenientes de los trabajos constructivos (Negativo) Se espera la generación de este impacto durante los trabajos de adecuación del entronque, principalmente por actividades como el fresado y retiro de drenaje menor, perforaciones y excavaciones. La generación de polvos y partículas ocasionará la contaminación del aire, será indispensable implementar medidas para reducir dichas emisiones, sin embargo, se destaca que el impacto será temporal, no prevaleciendo durante la etapa operativa, ya que la superficie de rodamiento del entronque es carpeta asfáltica.	

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Operación de vehículos y maquinaria/Acarreo de materiales	Apertura y operación Inspecciones y mantenimiento
CAUSA	Emisión de gases de combustión provenientes de los vehículos y maquinaria empleada durante el proceso constructivo	Emisión de gases de combustión por la operación de vehículos Emisión de gases de combustión por la maquinaria o vehículos que se empleen durante el mantenimiento

DIMENSIÓN ESPACIAL	Indeterminada por la dirección cambiante del viento y velocidad	
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal: El tiempo que dure el proceso constructivo	Permanente
INDICADOR	♦ Emisiones de gases de combustión de hidrocarburos Valor: 3.5 SA y 2.5 AI ♦ Olor y visibilidad Valor: No visible para SA y AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	14.- Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción (Negativo) La presencia de vehículos y maquinaria generará la emisión de gases de combustión de combustibles fósiles (CO2, NOx y PM) lo que alterará la calidad del aire. Durante la etapa constructiva el incremento de estos contaminantes será temporal ya que una vez finalizada la obra la maquinaria será retirada. Una vez que el entronque entre en operación con las nuevas condiciones, no se espera que la emisión de gases de combustión se vea incrementada significativamente, por el contrario, posiblemente la reducción de congestionamientos reducirá la emisión de dichos gases, en todo caso, el incremento será paulatino y a largo plazo.	

5.3.4 Cambio climático

5.3.4.1 Factor: Gases de efecto invernadero

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Operación de maquinaria	Apertura y operación
CAUSA	Generación de Gases de Efecto Invernadero por el uso de maquinaria durante todo el proceso constructivo	Generación de Gases de Efecto Invernadero por la circulación diaria de vehículos en el entronque
DIMENSIÓN ESPACIAL	Indeterminada por la dirección cambiante del viento y velocidad	
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal: El tiempo que dure el proceso constructivo	Permanente
INDICADOR	♦ Fuentes fijas y móviles que son generadores de GEI Valor: 3.5 SA y 2.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	15.- Incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero (Negativo) El uso de vehículos y maquinaria durante el proceso de adecuación del entronque, contribuirá a la generación de Gases de Efecto Invernadero, los cuales, a su vez, contribuyen al calentamiento global. Entre estos gases se pueden encontrar el Dióxido de Carbono (CO2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O). Como ya se sabe, estos gases tienen la capacidad de atrapar el calor de la atmósfera, generando un efecto invernadero. La generación de GEI durante el proceso de adecuación del entronque será temporal, para reducir dichos efectos será necesario mantener en buenas condiciones los vehículos y maquinaria que operen en el proceso. En cuanto el entronque quede ajustado a sus nuevas características de operación, el flujo vehicular será más ágil y eficiente, no se espera un incremento en la concentración de GEI por el tráfico vehicular del entronque. Se destaca que actualmente este impacto ya existe en la región y es generado por el flujo vehicular de caminos y carreteras que se encuentran en el SA, industrias y asentamientos humanos. En todo caso, en dado caso de incrementarse la concentración de GEI por la operación del entronque, eso será de manera paulatina y a largo plazo,	

5.3.4.2 Factor: Captura de carbono

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte, Despalme
CAUSA	Disminución de cobertura forestal que almacena carbono
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de desmonte (0.74 ha de vegetación forestal, 0.52 ha de pastizal inducido y 0.06 ha de vegetación inducida)
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente, se podrá recuperar con las actividades de reforestación
INDICADOR	♦ Áreas con vegetación forestal y no forestal Valor: 2.5 SA y 2.5 AI ♦ Áreas desprovistas de vegetación Valor: 1.0 SA y 2.5 AI
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	16.- Reducción de la cobertura vegetal que permite la captura y almacenamiento de carbono (Negativo) El proyecto requiere de la remoción de cobertura vegetal, tanto forestal como no forestal. En ambos casos, esta cobertura absorbe CO2 a través de la fotosíntesis, convirtiendo el oxígeno en materia orgánica, proceso que ayuda a regular el equilibrio de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

5.3.5 Flora

5.3.5.1 Factor: Diversidad florística

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte y Despalme
CAUSA	Remoción de vegetación forestal y no forestal
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie a desmontar y despalmar (Línea de Ceros): 1.67 ha, de las cuales 0.74 ha corresponden a vegetación forestal
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente en la superficie de obras permanentes
INDICADOR	♦ Factores que conforman la tasa de pérdida de diversidad florística Valor: 2.5 SA y 1.0 AI ♦ Especies de importancia ecológica (endémicas, nativas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010) Valor: 2.5SA y 2.5 AI ♦ Especies exóticas o invasoras Valor: 3.5 SA y 3.5 AI
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	17.- Disminución de la diversidad florística (Negativo) 18.- Disminución de la diversidad florística de especies de importancia para la conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010) (Negativo) Los trabajos de construcción de las tres gazas complementarias del entronque Paso del Toro, requieren de la remoción de 0.74 ha de vegetación forestal correspondiente a Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subcaducifolia.

	La diversidad evaluada con respecto a este tipo de vegetación, con los muestreos realizados **en el sistema ambiental** el Índice de Shannon Wiener arrojo valores de H´= **2.33** para el estrato arbóreo, de H´**= 2.28** en el estrato arbustivo y de H´= **1.43** para el estrato herbáceo, lo cual indica que la diversidad presente en los estratos arbóreo y arbustivo alcanza valores intermedios, mientras que el estrato herbáceo alcanza un valor bajo, la riqueza especifica en los tres estratos es de 41, la equidad en los estratos arbóreo y arbustivo es alta J´= 0.79 y J´=0.89, con un valor más bajo en el estrato herbáceo J´= 0.65, lo que indica que en los dos estratos superiores la mayoría de las especies abundan de forma casi similar, los valores de IVI muestran que las especies dominantes son: *Guazuma ulmifolia*, , *Gliricidia sepium*, *Ficus obtusifolia Pithecellobium unguis-cati* y *Mangifera indica*, lo cual esta correlacionado con la abundancia que presentan y sus dimensiones. Para el caso del Área de influencia el Índice de Shannon Wiener arrojo valores de **H´= 1.94** para el estrato arbóreo, de **H´= 1.80** en el estrato arbustivo y de **H´= 1.28** en el estrato herbáceo, lo cual indica que la diversidad es baja, la riqueza especifica en los tres estratos es de 33, la equidad en los estratos arbóreo arbustivo y herbáceo es de alta J´= 0.69 , J´=0.75 y J´= 0.79, lo que indica que en los estratos superiores la mayoría de las especies abundan de distinta, dominando un grupo reducido de especies, los valores de IVI muestran que las especies dominantes son: *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, lo cual esta correlacionado con la abundancia que presentan y sus dimensiones. De la información anterior, se pude concluir que, tanto en el SA como en el AI, la diversidad es baja, la vegetación a afectar, que corresponde vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, se encuentra en fragmentos remanentes en las colindancias del proyecto, esto debido a los distintos uso de suelo que el hombre a dado a la región, por lo que si bien, el retiro de vegetación requerido para la construcción de las gazas, podría afectar a las comunidades vegetales existentes, este impacto no provocará modificaciones mayores a las afectaciones ya existentes en la zona. Se recalca que si se afectará una especie registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría de Sujeta a Protección especial (Pr) y que corresponde a la especie de *Cedrela odorata*, sin embargo, **esta especie fue plantada en las áreas con vegetación inducida del entronque, por lo cual no se esperan mayores afectaciones a vegetación vulnerable.**

5.3.5.2 Factor: Cobertura vegetal

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte, Despalme	Terracerías: nivelación y corte; Pavimentación: Colocación de carpeta asfáltica, Reubicación de obra inducida
CAUSA	Remoción de cobertura vegetal	Modificaciones de las áreas que son hábitat de vegetación
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de desmonte y despalme (Línea de Ceros; 1.67 ha, de las cuales 0.74 ha son de vegetación forestal)	Superficie de obras permanentes: 1.38 ha
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente en la superficie de obras permanentes	Permanente en la superficie de obras permanentes
INDICADOR	♦ Superficie de vegetación natural de alto y medio valor Valor: 2.5 SA y 2.5 AI ♦ Superficies de vegetación natural de bajo valor Valor: 1.0 SA y 1.0 AI ♦ Superficie con usos de suelo destinados a actividades antrópicas Valor: 3.5 SA y 2.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	19.- Modificación de áreas con cobertura vegetal (Negativo) Los trabajos de adecuación del entronque implicarán la remoción tanto de vegetación forestal como no forestal, lo cual implicará una disminución de la cobertura vegetal presente en el área de afectación directa, en este caso, el proyecto requiere de una línea de ceros de 1.67 ha, de las cuales, 0.74 ha corresponden a vegetación forestal. Dentro de la vegetación no forestal (0.93 ha) del proyecto, se afectarán: 0.06 ha de vegetación inducida y 0.52 ha de pastizal inducido.	

	Adicional a las actividades de desmonte y despalme, actividades como excavación, nivelación, compactación y conformación de la subrasante, modificarán áreas que albergan cobertura vegetal y que son hábitat de especies de flora vulnerable como: *Cedrela odorata*, con categoría de sujeta a protección especial (Pr). Adicional, en el área donde se realizará la pavimentación el impacto será permanente, ya que esta superficie se verá imposibilitada para la regeneración de vegetación a sus condiciones naturales. Se menciona que, actualmente, la vegetación tanto del SAR como del AI, ya presenta modificaciones importantes, esto por diferentes factores de perturbación como son la agricultura, asentamientos humanos, caminos, carreteras, entre otros, por lo cual la vegetación se encuentra en estado secundario de conservación y en un proceso constante de alteración

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción		Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Mano de obra	Instalación de obras provisionales, Operación de maquinaria, Acarreos, retiro de infraestructura, excavaciones,	Inspecciones y mantenimiento (preventivo y correctivo)
CAUSA	Generación de RSU y mala disposición de residuos	Generación de RP y RME y mala disposición de los mismos	Generación de residuos y mala disposición de los mismos durante actividades de mantenimiento
DIMENSIÓN ESPACIAL	Área de influencia	Área de influencia	Área de influencia
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal y Permanente en caso de no realizar labores de limpieza	Temporal y Permanente en caso de no realizar labores de limpieza	Temporal y Permanente en caso de no realizar labores de limpieza
INDICADOR	♦ Presencia de actividades antrópicas que propician la contaminación de áreas con vegetación Valor: 2.5 SA y 2.5 AI		
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	20.- Contaminación de zonas con cobertura vegetal (Negativo) La presencia de Basura es inherente a la presencia humana en un sitio, para el caso del proyecto, esto no es una excepción, ya que los trabajadores generarán residuos en los frentes de trabajo donde se encuentren. La mala disposición de los residuos generados durante el proceso constructivo podría llegar a afectar zonas que albergan vegetación. Como ya se ha mencionado, el proyecto requiere del retiro de infraestructura existente como señalamientos, carpeta asfáltica actual (fresado), obras de drenaje menor, obras inducidas, además de actividades como excavaciones, perforaciones, etc. Dichas actividades generarán residuos de manejo especial, los cuales, en caso de no ser dispuestos de manera adecuada, podrían prevalecer en la zona, contaminando y perturbando el hábitat actual de la vegetación. Durante la etapa operativa, la contaminación con residuos en áreas con cobertura vegetal, se podría dar por parte de los usuarios del entronque o por pobladores y/o trabajadores cercanos. Este impacto se espera que sea a largo plazo. Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo también podrían generar contaminación en las áreas con vegetación forestal, por lo que se deberán implementar acciones para garantizar que los residuos generados sean dispuestos adecuadamente.		

5.3.6 Fauna

5.3.6.1 Factor: Diversidad faunística

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE	Desmonte, despalme,	Operación de maquinaria, Acarreo	Mano de obra	Fresado, excavaciones,	Apertura y operación

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción				Operación y Mantenimiento	
PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	excavaciones, corte			perforaciones, retiro de obras de drenaje, operación de maquinaria		
CAUSA	Muerte de organismos de fauna durante el movimiento de materiales	Muerte de organismos de fauna por atropello por el uso de vehículos y maquinaria	Muerte de organismos de fauna provocada por la Mano de obra	Generación de ruido/Dispersión de organismos de fauna	Atropello de individuos de fauna que crucen por el camino modernizado	Generación de ruido-Dispersión de organismos de fauna
DIMENSIÓN ESPACIAL	A lo largo del área de la línea de ceros, donde se realicen actividades de desmonte, despalme y terracerías	A lo largo de la línea de ceros	Área de Influencia	Área de influencia	Superficie de rodamiento del entronque	Área de influencia
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Permanente	Permanente
INDICADOR	♦ Factores que conforman la tasa de pérdida de fauna Valor: 2.5 SA y 1.0 AI ♦ Presencia de especies de importancia ambiental (endémicas, nativas o bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) Valor: 3.5 SA y 2.5 AI ♦ Dispersión de fauna Valor: 2.5 SA y 1.0 AI					
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	21.- Disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento, dispersión forzada) (Negativo) De acuerdo a la caracterización realizada para el SA, se registraron un total de 78 especies de fauna silvestre, cuya mayor riqueza se presenta en el grupo de las aves con 67 taxones, de los cuales 66 se reportan en el SA y 35 en el AI, seguido de los mamíferos con tres especies (3 en el SA y 2 en el AI); además, de estos 78 taxones registrados, 6 se encuentran bajo algún estatus de conservación. Esto es, 1 taxón Amenazado y 4 sujetos a protección especial. Asimismo, una especie presenta distribución endémica y 5 son especies exóticas-invasoras. En lo que respecta a la diversidad de especies, la Clase Aves presentó los valores de diversidad más altos tanto en el SA como en el AI, H'= 3.66 (diversidad muy alta; SA) y H'= 3.07 (alta; AI); seguido de los reptiles con H'= 1.2 (muy baja; SA) y H'= 1.18 (muy baja; AI); los mamíferos con H'= 0.80 (muy baja; SA) y H'= 0.67 (muy baja; AI); para el grupo de los anfibios solo se calculó un índice de diversidad para el SA, H'= 0.41 (muy baja), ya que en el AI no se registraron especies de este grupo. La disminución de la diversidad faunística ocurrirá fundamentalmente por la dispersión obligada o desplazamiento de la fauna silvestre en el área del proyecto hacia zonas de mejor calidad ambiental, aunado a posibles decesos accidentales durante la etapa de preparación del sitio y construcción; esto por el uso de maquinaria, vehículo y por actividades que implican el movimiento de tierras. El grado de afectación dependerá de las características de cada grupo de fauna, pudiendo ser mayor para las especies de fauna de difícil o lento desplazamiento, ya que algunas especies de herpetofauna tienden a enterrarse ante algún disturbio volviéndolas susceptibles a este tipo de accidentes. Se considera que, durante los trabajos constructivos, será cuando se generen mayores impactos a la fauna, principalmente por la presencia de mano de obra y maquinaria, así como el incremento de los niveles de ruido. Esto propiciará un desplazamiento temporal de la fauna que persiste en la zona, la cual, corresponde principalmente a especies tolerantes a las perturbaciones. De igual manera, se podría dar el caso de negligencia por parte de la mano de obra, por lo que será indispensable la implementación de medidas para concientizar al personal sobre la importancia del respeto y cuidado a la fauna. Ahora bien, en el caso de la operación de vehículos y maquinaria durante el proceso constructivo, si bien, la mayoría de la fauna huirá a otras zonas, no se descartan posibles atropellos, por lo cual, actividades como el rescate y reubicación de fauna silvestre ayudará a reducir la probabilidad de ocurrencia de este impacto. En el caso de la etapa operativa, una vez que el entronque entre en operación con su nuevo diseño, no se esperan mayores alteraciones a la diversidad de la fauna. Uno de los principales impactos que actualmente ocurre en el área de influencia, es la dispersión de la fauna, ocasionada, como ya se ha mencionado, por actividades antrópicas, inclusive por la propia operación del entronque. La incorporación de tres gazas, no potencializará este impacto y no implicará un desequilibrio para la fauna silvestre.					

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento
	En el caso del atropello de fauna en la etapa operativa, no se descarta la ocurrencia de este impacto, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia se considera baja. Como ya se mencionó, de acuerdo a los análisis realizados en el capítulo anterior, la diversidad de fauna en el AI es baja, la constante presión que ejercen las carreteras involucradas, el entronque, así como zonas de comercio, han propiciado el desplazamiento de la fauna, por lo cual, no se espera una fuerte presencia de fauna en el área específica del entronque; además, las propias condiciones operativas del entronque, requieren de una disminución de velocidad en las gazas, esto para poder incorporarse y desincorporarse de manera segura a las carreteras involucradas.	

5.3.6.2 Factor: Poblaciones de fauna silvestre

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción			Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Desmonte, despalme, excavaciones, corte	Operación de maquinaria, Acarreo	Mano de obra	Apertura y operación
CAUSA	Muerte de organismos de fauna durante el movimiento de materiales	Muerte de organismos de fauna por atropello por el uso de vehículos y maquinaria	Muerte de organismos de fauna provocada por la Mano de obra	Atropello de individuos de fauna que crucen por el camino modernizado
DIMENSIÓN ESPACIAL	A lo largo del área de la línea de ceros, donde se realicen actividades de desmonte, despalme y terracerías	A lo largo de la línea de ceros	Área de Influencia	Superficie de rodamiento del entronque
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Temporal	Temporal	Permanente
INDICADOR	♦ Presencia de especies de importancia ambiental (endémicas, nativas o bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) Valor: 3.5 SA y 2.5 AI			
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	22.- Reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas, nativas y de importancia comercial global (CITES) o local (Negativo) Los trabajos de construcción de las tres gazas complementarias del entronque Paso del Toro, podría ocasionar la muerte de individuos de importancia ambiental. Estos individuos, que pueden pertenecer a especies protegidas, endémicas o en peligro de extinción, son especialmente vulnerables durante las actividades de desmonte, excavación y uso de maquinaria pesada, debido a la destrucción de sus hábitats naturales y a la posibilidad de muerte. La muerte de individuos de importancia ambiental puede reducir las poblaciones de especies sensibles y dificultar su recuperación, poniendo en riesgo la estabilidad de las comunidades biológicas locales. En el caso del proyecto, se registraron un total de seis especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, una de ellas bajo el estatus de amenazada (*Boa imperator*; Mazacuata); mientras que, cinco se encuentran sujetas a protección especial (Pr): un anfibio *Hypopachus ustus* (Sapo Boca Angosta Huasteco); dos reptiles, *Ctenosaura acanthura* (Iguana de Cola Espinosa del Golfo) e Iguana iguana (Iguana Verde) y, dos aves, *Tachybaptus dominicus* (Zambullidor Menor) y *Psarocolius Montezuma* (Oropéndola de Moctezuma). De dichas especies, 4 se registraron en el Área de Influencia (Iguana de cola espinosa del golfo, Iguana verde, Ticuilice mexicano y Mazacuata, esta última atropellada sobre la carretera Federal 180 (tramo Veracruz – Coatzacoalcos). Como ya se ha mencionado, el impacto más fuerte ocasionado a estas especies, se dará durante el proceso constructivo, por lo cual se deberán implementar medidas para prevenir y reducir impactos, como es el caso de acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre. En el caso de la operación del entronque, no se esperan mayores afectaciones a la fauna silvestre vulnerable. Cabe recordar que actualmente, tanto el entronque como las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, ya generan impactos a estas especies, la diversidad faunística en el AI resultó baja y muy baja y para el caso de las especies en la NOM, su presencia no es exclusiva del Área de Influencia, en el caso de la Iguana de cola espinosa del golfo, Iguana verde y Ticuilice Mexicano, su presencia también fue registrada en el Sistema Ambiental y en el caso de la *Boa imperator*; Mazacuata, si bien, el registro en campo solo se obtuvo en el AI, los análisis de probable ocurrencia, indican que ésta también se encuentra presente en el SA.			

5.3.6.3 Factor: Especies exóticas

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Mano de obra	Apertura y operación
CAUSA	Generación y mala disposición de Residuos Urbanos	Generación y mala disposición de Residuos Urbanos
DIMENSIÓN ESPACIAL	Área de Influencia	Área de Influencia
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal, durante el tiempo que dure el proceso constructivo	Permanente
INDICADOR	♦ Presencia de especies exóticas e invasoras Valor: 1.0 SA y 1.0 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	23.- Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra (Negativo) Durante la etapa de adecuación del entronque, la presencia de mano de obra generará residuos urbanos, provenientes, principalmente del consumo de alimentos. En caso de no disponer de manera inmediata dichos residuos, estos podrían acumularse en las inmediaciones de la obra, favoreciendo la presencia de fauna feral, la cual constituye una amenaza para la fauna nativa en la zona, misma que tiende a desplazarse a sitios más seguros o bien reducir sus poblaciones. De acuerdo a la caracterización realizada en el capítulo anterior, se registraron un total de 5 especies de fauna exótica-invasora, cinco a nivel AI y cuatro en el SA. Todas estas especies se encuentran en el grupo de las aves y son especies tolerantes a la perturbación. Adicional, tanto en el SA como en el AI, se registra la presencia de fauna doméstica de origen exótico, como es el ganado bovino, gatos perros, estos dos últimos, si bien están asociadas a los asentamientos humanos, su comportamiento semiferal actúa en detrimento de las poblaciones naturales de fauna silvestre que aún prevalecen en el territorio donde se inserta el proyecto, incluyendo el ANP de carácter estatal denominada Tembladeras-Laguna Olmeca, la cual dentro del Sistema Ambiental limita al sur con asentamientos humanos. Al respecto, dicha cercanía contribuye a la presencia de fauna semiferal en los sitios que aún presentan vegetación nativa, generando impactos a la fauna silvestre como: la transmisión de enfermedades, actúan como depredadores de pequeños mamíferos, aves y reptiles; y al mismo tiempo compiten por recursos con los depredadores naturales de dichos ecosistemas. En caso de no implementar medidas de mitigación adecuadas para garantizar que los residuos sean dispuestos en lugares apropiados, estos permanecerán en la zona, pudiéndose acumular con residuos que sean mal dispuestos por usuarios o trabajadores cercanos, representando un sitio propicio para la presencia de fauna feral y con ello un foco de contaminación e infección.	

5.3.6.4 Factor: Hábitat

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción		Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Instalación de obras provisionales, desmonte, despalme, colocación de obras complementarias de drenaje, conformación de terracerías, pavimentación, construcción de cabinas auxiliares de cobro, limpieza del sitio	Mano de obra, fresado perforación	Apertura y operación Inspecciones y mantenimiento (preventivo y correctivo)
CAUSA	Remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras, conformación de superficie de rodamiento Generación de ruido	Generación de residuos urbanos y de manejo especial	Presencia de personas y mala disposición de residuos Generación de ruido
DIMENSIÓN ESPACIAL	Área de afectación directa= Línea de ceros 1.67 ha	Área de influencia	Área de influencia

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción		Operación y Mantenimiento
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente en el área de Línea de Ceros	Permanente (en el caso de no implementar medidas)	Permanente para operación Temporal para mantenimientos
INDICADOR	♦ Presencia de ecosistemas para albergar fauna Valor: 2.5 SA y 2.5AI ♦ Alteración por actividades de alto y bajo impacto Valor: 2.5 SA y 1.0 AI		
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	24.- Reducción y alteración del hábitat actual de la fauna silvestre (Negativo) La adecuación del entronque implicará la construcción de tres gazas nuevas, así como los carriles de incorporación y desincorporación, lo cual implicará la remoción de cobertura vegetal, tanto forestal como no forestal; así como el movimiento de tierras y la conformación de terraplenes y pavimentos, lo cual reducirá y modificará el hábitat actual de la fauna. Se considera también que actos negligentes por parte de la mano de obra puede ocasionar la alteración del hábitat natural actual de la fauna, principalmente por generación y mala disposición de residuos. Se deberán implementar medidas para prevenir estos actos. Durante la operación del entronque la alteración del hábitat se dará por la generación de ruido. Este impacto permanecerá, pero en menor intensidad. Actualmente el impacto ya se presenta en el entronque existente, se espera que el grupo de aves sean las que se adapten de manera más rápida a las nuevas condiciones del camino. Los trabajos de mantenimiento que se proyecten para el buen funcionamiento del entronque, podrían alterar también el hábitat de la fauna, esto por la presencia de mano de obra, maquinaria y generación de residuos, se espera que las alteraciones sean mínimas y temporales.		

5.3.6.5 Factor: Movilidad

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Conformación de terracerías, pavimentación	Apertura y operación
EFECTO	Interferencia de los movimientos y dispersión de organismos de fauna	
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de obras permanentes: 1.38 ha	
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal en etapa constructiva Permanente en etapa operativa	
INDICADOR	♦ Efecto barrera Valor: 3.5 SA y 2.5 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	25.- Incremento del efecto barrera (Negativo) La adecuación del entronque incrementará el efecto barrera que actualmente existe por la operación del mismo. Este efecto se relaciona con características que tenga la obra, como estructuras que actúen como obstáculos o trampas para animales, velocidad y densidad de tráfico (si la velocidad es demasiado alta al igual que la densidad de tráfico se constituye como una barrera prácticamente insalvable para la mayoría de animales, incluso los intentos de cruce son mucho menores). El ruido, la luz, la presencia humana en el entronque puede hacer que especies sensibles no se acerquen. En el caso del proyecto, al entronque se le adicionarán tres gazas y carriles de incorporación y desincorporación, esto a través de terraplenes. Debido a las condiciones actuales de perturbación y a la baja presencia de fauna en el AI, se considera que el efecto barrera no se verá fuertemente incrementado.	

5.3.7 Paisaje

5.3.7.1 Factor: Calidad y fragilidad del paisaje

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Mano de obra, seguridad de obra, instalación de obras provisionales, desmonte, despalme, maquinaria, acarreos, retiro de infraestructura, sustitución de obras de drenaje, construcción de obras complementarias de drenaje, pavimentación, reubicación de obras inducidas, habilitación de cabinas auxiliares de cobro, instalación de señalamiento, limpieza	Apertura y operación
CAUSA	Introducción y presencia de agentes externos y generación de residuos Remoción de vegetación forestal y no forestal Construcción de terracerías y carpeta asfáltica	Nuevas gasas y carriles de incorporación y desincorporación
DIMENSIÓN ESPACIAL	Área de corona, sitios puntales de instalación de obras provisionales y sitios puntuales donde se depositen los residuos	Superficie de obras permanentes: 1.38 ha
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Permanente
INDICADOR	♦ Componentes que permiten la singularidad del paisaje Valor: 2.5 SA y 1.0 AI ♦ Cambios por el aprovechamiento agrícola y asentamientos humanos Valor: 2.5 SA y 1.0 AI	
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	**26.- Contaminación visual por la presencia de agentes externos (Negativo)** En la etapa constructiva la presencia de agentes externos al paisaje, como residuos, maquinaria, escombros, mano de obra, etc, contaminarán y afectarán la calidad de las cuencas visuales. Dichas afectaciones serán temporales; mientras que en la etapa operativa los cambios se verán disminuidos, sin embargo, serán permanentes ya que se adecuará el entronque existente agregando estructuras que darán otro aspecto al paisaje.	**27. Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico (Negativo)** El entronque operará en sitios de medio y bajo valor paisajístico y donde se requiere de la remoción de vegetación forestal y no forestal, así como movimientos de tierras e incorporación de infraestructura nueva (gasas y carriles de incorporación y desincorporación). Estas acciones, ocasionarán que el paisaje sufra alteraciones permanentes en el sitio específico de circulación del entronque. El flujo vehicular constante, la habilitación de una nueva cabina de cobro y la presencia de personas, también alterarán las condiciones del paisaje, dando un aspecto poco natural.

5.3.8 Socioeconómico

5.3.8.1 Actividades económicas

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	Operación
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Mano de obra (durante todas las actividades de preparación y construcción)	Apertura y operación Inspecciones y mantenimiento
CAUSA	Generación de empleo	Generación de empleo
DIMENSIÓN ESPACIAL	Localidades cercanas	Localidades cercanas
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Permanente (por la cabina de cobro) Temporal (para actividades de mantenimiento)
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	28.- Generación de empleo (Positivo) Durante la etapa constructiva se requerirá de mano de obra para la ejecución de diversas actividades. La generación de empleo será tanto de mano de obra calificada como no calificada. El personal que se contrate podrá ser de localidades o áreas urbanas cercanas, lo cual será una fuente de empleo temporal; además que la mano de obra calificada que llegue a laborar al sitio, también será un beneficio para el sitio debido a la renta de vivienda y al consumo de diversos servicios. En la etapa operativa, se mantendrá la generación de empleo por la habilitación de una nueva cabina de cobro, además que continuamente se requerirá de personal para los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.	

5.3.8.2 Molestias y Accidentes

ETAPA	Preparación del sitio y Construcción	
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Colección de señalamiento y dispositivos de protección de obra, desvíos y cierres parciales, instalación de obras provisionales, operación de maquinaria, retiro de señalamientos, fresado, retiro de obras inducidas, excavaciones, conformación de terracerías, ampliación de cuerpo B, base hidráulica, colocación de carpeta asfáltica, reubicación de obra inducida, habilitación de cabinas auxiliares, instalación de señalamiento	Todo el proceso constructivo (Mano de obra y usuarios)
CAUSA	Generación de ruido, cierres parciales, desvíos, generación de residuos y escombros, presencia de maquinaria y mano de obra, reducción de velocidades y tráfico	Malas prácticas de seguridad por parte de la mano de obra Omisión a señalética y dispositivos de seguridad por parte de usuarios
DIMENSIÓN ESPACIAL	Superficie de entronque	Superficie del entronque, área de obras provisionales
DIMENSIÓN TIEMPO	Temporal	Temporal
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	29.- Molestias por parte de los usuarios y habitantes cercanos (Negativo) Los trabajos de adecuación del entronque, pese a ser una obra de permitirá un mejor flujo vehicular en la zona, sin duda generará molestias por parte de usuarios, trabajadores y pobladores cercanos, ya que durante todo el proceso constructivo será necesario realizar cierres parciales y desvíos temporales del flujo vehicular, además que en el tramo específico de construcción será necesario pedir a los usuarios la disminución de la velocidad de circulación, lo que aunado	30.- Riesgo de accidentes durante tiempo de construcción (Negativo) Durante el proceso constructivo, no se descarta la ocurrencia de accidentes, donde se vea involucrada tanto mano de obra como usuarios. Pese a que la obra considera a instalación de dispositivos de seguridad y protección de obra, el riesgo de un accidente siempre está latente.

	a la presencia de maquinaria y mano de obra, ocasionará congestionamientos. Aunado a lo anterior, la generación de ruido, residuos y escombros, también serán factores de molestia para usuarios. Este impacto se considera temporal y necesario para la obra propuesta	Será indispensable reforzar medidas de seguridad para que usuarios no se vean involucrados en accidentes y para la mano de obra capacitación y concientización para realizar adecuadas prácticas de seguridad.

5.3.8.3 Infraestructura

ETAPA	Operación y Mantenimiento
ACTIVIDAD (ES) QUE PRODUCEN EL EFECTO O IMPACTO	Apertura y operación
CAUSA	Entronque adecuado
DIMENSIÓN ESPACIAL	Parcial
DIMENSIÓN TIEMPO	Permanente
EFECTO=IMPACTO IDENTIFICADO (SIGNO)	31.- Flujos vehiculares eficientes (Positivo) 32.- Incorporaciones vehiculares seguras (Positivo) 33.- Reducción de accidentes (Positivo) La construcción de gazas complementarias al entronque Paso del Toro, resultará también en importantes beneficios para la zona, ya que con dichas incorporaciones, se pretenden eliminar el punto de conflicto que se genera en la zona, ya que el no existir, actualmente, carriles específicos para incorporarse y desincorporarse de la autopista 150D y la carretera 180, los usuarios realizan estas incorporaciones por puntos no autorizados, generando accidentes y congestionamientos que propician un flujo vehicular más lento e inseguro. Con la mejora del entronque, se espera mejorar los flujos vehiculares, reducir accidentes, evitar cuellos de botella, accidentes, reducir tiempos de traslado y contar con una estructura eficiente, que permita el traslado de personas, bienes y servicios de manera más rápida y segura, a través de una de las principales autopistas del país.

De la caracterización realizada anteriormente se obtuvieron un total de 33 impactos. Los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 12. Listado de impactos identificados.

Componente ambiental	Factor	No. Impacto	Impacto
Agua	Calidad del agua	1	Contaminación con residuos urbanos
		2	Contaminación con residuos peligrosos
		3	Contaminación con residuos de manejo especial
	Hidrología subterránea	4	Disminución de superficie que permite la filtración de agua al subsuelo
Suelo	Calidad del suelo	5	Contaminación con residuos urbanos
		6	Contaminación con residuos peligrosos
		7	Contaminación con residuos de manejo especial
	Relieve y carácter topográfico	8	Modificaciones a la topografía actual del suelo
	Erosión	9	Susceptibilidad del suelo a procesos erosivos durante proceso constructivo

Componente ambiental	Factor	No. Impacto	Impacto
		10	Reducción de procesos erosivos en la etapa operativa por acciones de protección de terraplén
	Estructura y características	11	Modificación de la estructura del suelo
Aire	Confort sonoro	12	Alteración de la naturalidad del sonido por el incremento de ruido
	Calidad del aire	13	Contaminación por la generación de polvos y partículas provenientes de los trabajos constructivos
		14	Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	15	Incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero
	Captura de carbono	16	Reducción de la cobertura vegetal permite la captura y almacenamiento de carbono
Flora	Diversidad florística	17	Disminución de la diversidad florística
		18	Disminución de la diversidad florística de especies de importancia para la conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y nativas)
	Cobertura vegetal	19	Modificación de áreas con cobertura vegetal
		20	Contaminación de zonas con cobertura vegetal
Fauna	Diversidad faunística	21	Disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento, dispersión forzada)
	Poblaciones de fauna silvestre	22	Reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), endémicas, nativas y de importancia comercial global (CITES) o local.
	Introducción de especies exóticas	23	Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra
	Hábitat	24	Reducción y alteración del hábitat actual de fauna silvestre
	Movilidad	25	Incremento del efecto barrera
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	26	Contaminación visual por la presencia de agentes externos
		27	Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico
Socioeconómico	Actividades económicas	28	Generación de empleo
	Molestias y Accidentes	29	Molestias por parte de usuarios y habitantes cercanos
		30	Riesgo de accidentes durante tiempo de construcción
	Infraestructura	31	Flujos vehiculares eficientes
		32	Incorporaciones vehiculares seguras
		33	Reducción de accidentes

5.4 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificados y caracterizados los impactos, se procede a realizar la valorización de los mismos. La metodología que se empleó para realizar la valoración de los impactos es una modificación de la Matriz de Importancia de Conesa Fernández-Vitora 1996, donde se define la NATURALEZA y se evalúa la **IMPORTANCIA.**

Para realizar la valoración de la IMPORTANCIA, se utilizó la fórmula empleada por V. Conesa Fernández – Vitora 1996. Esta metodología utiliza **criterios que permiten evaluar la importancia** de los impactos producidos. A continuación, se describen dichos criterios:

- **Intensidad** (I): Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

- **Extensión** (EX): Se refiere al *área de influencia* teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

  Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

  En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

- **Momento** (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.

  Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).

- **Persistencia** (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

  Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.

- **Reversibilidad** (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

  Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.

- **Sinergia** (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

- **Acumulación** (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

  Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

- **Efecto** (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.

  En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

- **Periodicidad** (PR): La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

  A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

- **Recuperabilidad** (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

  Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Importancia del Impacto (I): La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, en función del valor asignado a los criterios considerados.

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores o iguales a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 26 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 51 y 75, y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Tabla 13. Valor de criterio.

INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)		EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)	
Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12	Puntual Parcial Extenso Total Critica	1 2 4 8 (+4)
MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)		PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)	
Largo plazo Medio plazo Inmediato Critico	1 2 4 (+4)	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)	
Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4	Sin sinergismo (simple) Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4
ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)		EFECTO (EF) (Relación causa – efecto)	
Simple Acumulativo	1 4	Indirecto (secundario) Directo (primario)	1 4
PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)		RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)	
Irregular o aperiódico y discontinuo Periódico Continuo	1 2 4	Recuperable de manera inmediata Recuperable a medio plazo Mitigable Irrecuperable	1 2 4 8

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75, y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Tabla 14. Importancia del impacto.

Valor de importancia	Importancia	Color e identificación
Menor a 25	Irrelevante	
25- 50	Moderado	
50- 75	Severo	
Mayor a 75	Crítico	

A continuación, se presenta la Matriz de Importancia con la evaluación realizada por cada componente y factor, esta se dividió por etapas: Preparación del sitio y Construcción, y Operación-Mantenimiento. En dichas matrices se desglosan los criterios establecidos (ver tabla anterior) por cada componente, factor e impacto, de acuerdo a los valores indicados ya con anterioridad.

Las matrices completas se pueden consultar de manera digital en el disco adjunto a la presente Manifestación de Impacto Ambiental

MATRIZ DE VALORACIÓN. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Componente ambiental	Factor	No Imp	Impacto	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Importancia	Residual	Acumulativo	Sinérgico
Agua	Calidad del agua	1	Contaminación con residuos urbanos	-	4	2	2	2	1	1	4	1	1	4	32	Moderado	NO	SI	NO
		2	Contaminación con residuos peligrosos	-	2	2	4	4	4	1	1	1	1	8	34	Moderado	NO	NO	NO
		3	Contaminación con residuos de manejo especial	-	4	1	2	4	1	1	4	1	1	4	32	Moderado	NO	SI	NO
	Hidrología subterránea	4	Disminución de superficie que permite la filtración de agua al subsuelo	-	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1	28	Moderado	NO	NO	NO
Suelo	Calidad del suelo	5	Contaminación con residuos urbanos	-	4	2	2	2	1	1	4	1	1	4	32	Moderado	NO	SI	NO
		6	Contaminación con residuos peligrosos	-	4	2	4	4	4	1	1	1	1	8	40	Moderado	NO	NO	NO
		7	Contaminación con residuos de manejo especial	-	4	1	2	4	1	1	4	1	1	4	32	Moderado	NO	SI	NO
	Relieve y carácter topográfico	8	Modificaciones a la topografía actual del suelo	-	1	1	4	4	4	1	1	4	1	2	26	Moderado	NO	NO	NO
	Erosión	9	Susceptibilidad del suelo a procesos erosivos durante el proceso constructivo	-	2	1	2	1	1	1	1	1	1	4	20	Irrelevante	NO	NO	NO
	Estructura y características	11	Modificación de la estructura del suelo	-	1	1	4	4	2	1	1	1	1	2	21	Irrelevante	NO	NO	NO
Aire	Confort sonoro	12	Alteración de la naturalidad del sonido por el incremento de ruido	-	8	2	4	2	1	1	1	4	1	4	46	Moderado	NO	NO	NO
	Calidad del aire	13	Contaminación por la generación de polvos y partículas provenientes de los trabajos constructivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	1	2	36	Moderado	NO	SI	NO
		14	Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción	-	4	2	4	2	2	1	4	4	1	2	36	Moderado	NO	SI	NO
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	15	Incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero	-	4	2	2	2	2	1	4	4	1	4	36	Moderado	NO	SI	NO

Componente ambiental	Factor	No Imp	Impacto	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Importancia	Residual	Acumulativo	Sinérgico
	Captura de carbono	16	Reducción de la cobertura vegetal permite la captura y almacenamiento de carbono	-	2	1	4	4	1	1	1	4	1	8	32	Moderado	NO	NO	NO
Flora	Diversidad florística	17	Disminución de la diversidad florística	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
		18	Disminución de la diversidad florística de especies de importancia para la conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y nativas)	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
	Cobertura vegetal	19	Modificación de áreas con cobertura vegetal	-	4	1	4	4	2	1	1	1	1	4	32	Moderado	NO	NO	NO
		20	Contaminación de zonas con cobertura vegetal	-	4	2	4	2	2	1	4	1	1	4	35	Moderado	NO	SI	NO
Fauna	Diversidad faunística	21	Disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento, dispersión forzada)	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	24	Irrelevante	NO	NO	NO
	Poblaciones de fauna silvestre	22	Reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), endémicas, nativas y de importancia comercial global (CITES) o local.	-	4	2	2	2	2	1	1	1	1	4	30	Moderado	NO	NO	NO
	Introducción de especies exóticas	23	Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra	-	4	2	2	2	2	1	4	1	1	4	33	Moderado	NO	SI	NO
	Hábitat	24	Reducción y alteración del hábitat actual de fauna silvestre	-	2	2	4	2	2	1	1	1	1	4	32	Moderado	NO	NO	NO
	Movilidad	25	Incremento del efecto barrera	-	2	1	4	2	4	1	1	1	4	8	33	Moderado	NO	NO	NO
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	26	Contaminación visual por la presencia de agentes externos	-	4	2	4	2	2	1	4	1	1	4	35	Moderado	NO	SI	NO
		27	Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico	-	2	1	4	2	2	1	4	1	1	2	25	Irrelevante	NO	SI	NO
Socioeconómico	Actividades económicas	28	Generación de empleo	+	4	2	4	2	1	1	1	4	1	1	31	Moderado	NO	NO	NO
	Molestias y Accidentes	29	Molestias por parte de usuarios y habitantes cercanos	-	8	2	4	2	2	1	1	1	1	2	42	Moderado	NO	NO	NO
		30	Riesgo de accidentes durante tiempo de construcción	-	4	2	2	2	2	1	1	1	2	4	31	Moderado	SI	NO	NO

De acuerdo a la valoración realizada para la etapa de preparación del sitio y construcción, se estima que del total de impactos identificados para todo el proyecto (32), veintinueve (29) se presenten en esta etapa, de los cuales 5 resultan irrelevantes y 24 moderados. **No se identifican para esta etapa impactos severos ni críticos,** principalmente porque la obra obedece a un sitio muy puntual, donde solamente se pretende realizar la construcción de gazas que complementen y den mayor funcionalidad al entronque existente y en un área previamente perturbada por autopistas, carreteras, comercios y asentamientos humanos (ver Figura 10).

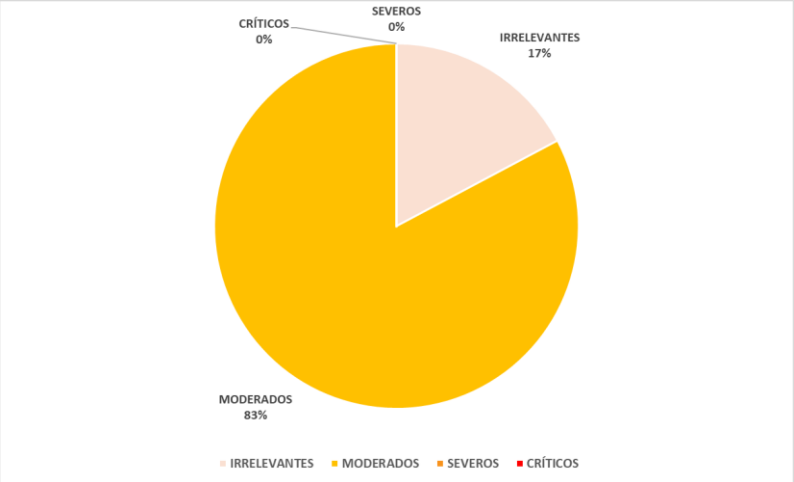


Figura 10. Importancia de los impactos en la etapa de Preparación del sitio y construcción

En lo que concierne a la valoración de impacto por componente ambiental, se identifican para **agua,** un total de **4 impactos**, todos ellos de **importancia moderada** y que corresponden a: (1) contaminación con residuos urbanos, (2) contaminación con residuos peligrosos, (3) contaminación con residuos de manejo especial y (4) disminución de superficie que permite la filtración de agua al subsuelo. En este aspecto, es importante mencionar, que dentro de la línea de ceros, no se identifican escorrentías superficiales (de acuerdo al SIATL), la corriente más cercana al proyecto se ubica a 614 metros del mismo y no será intervenido por los trabajos constructivos del entronque, por tanto, no se esperan impactos directos a la hidrología superficial, no obstante, deberán implementarse las medidas adecuadas para evitar, que por mala disposición de los residuos, se lleguen a contaminar o alterar la corrientes de agua cercanas al entronque.

El componente **suelo** presenta en esta etapa un total de **6 impactos**, de los cuales, **dos son irrelevantes**: susceptibilidad del suelo a procesos erosivos y modificación de la estructura del suelo. Esto por las pocas modificaciones que el proyecto requiere en un área fuertemente modificada por el entronque actual y las carreteras involucradas. Los **cuatro impactos moderados** corresponden a la contaminación del suelo por residuos urbanos, peligrosos y de manejo especial, y las modificaciones a la topografía actual del suelo. Este último impacto, se considera permanente e irreversible en la superficie de obras permanentes.

En **aire**, se identifican **3 impactos**, todos ellos negativos y **de importancia moderada**, aunque también temporales. Estos impactos corresponden a la alteración de la naturalidad del sonido por incremento del ruido, impacto que ya existe y se verá intensificado; y contaminación por la generación de gases de combustión y por partículas suspendidas. Estos impactos serán inevitables, por el uso de maquinaria pesada y vehículos, por lo cual, se deberán implementar medidas para su reducción.

La **flora**, en esta etapa, presenta **4 impactos**, (1) disminución de la diversidad florística, (2) disminución de la diversidad florística de especies de importancia para la conservación, (3) modificación de áreas con cobertura vegetal y (4) contaminación de zonas con cobertura vegetal. Todos estos impactos se

valoran como **moderados** y derivan principalmente de las actividades de desmonte y despalme, las cuales requerirán de la remoción de 0.74 ha de vegetación forestal que corresponden a vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia, así como por la posible contaminación de áreas con vegetación que se encuentren en la cercanía del proyecto. Será indispensable la implementación de medidas para reducir o en su caso, compensar las afectaciones al componente flora durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

La **fauna** será uno de los componentes que más impactos tenga en esta etapa, **cinco** en total, ya que, con la operación de vehículos y maquinaria, movimiento de tierras, presencia de mano de obra, generación de residuos, desmonte, despalme, etc., se propiciarán impactos a la fauna silvestre que prevalece en la zona. Todos los impactos se valoran como **moderados,** temporales y la mayoría de estos mitigables. Los impactos identificados en fauna son los siguientes: (1) disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento y dispersión forzada), (2) reducción de las poblaciones de especies en riesgo, (3) incremento de fauna feral en el proyecto atraída por la generación de residuos en la obra, (4) reducción y alteración del hábitat y (5) incremento del efecto barrera.

Los impactos a fauna se consideran moderados, ya que, aunque gran parte de la fauna se ha visto en la necesidad de buscar refugios en otras zonas mejor conservadas del Sistema Ambiental, en el área aún se puede registrar la presencia de fauna, principalmente aquella que es tolerante a la perturbación, la cual, habita en los remanentes de vegetación existentes en las cercanías del entronque, así como en asentamientos humanos. Debido a la baja diversidad faunística registrada en el Área de Influencia, no se esperan impactos significativos o críticos a la fauna, durante los procesos constructivos se espera que la mayoría de las especies se dispersen hacia otras áreas; sin embargo, será necesario la implementación de medidas, como es el rescate y reubicación de fauna, para prevenir y reducir afectaciones. Estas acciones, deberán poner especial atención a especies vulnerables, como aquellas de lento desplazamiento y especies con alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el componente **paisaje**, se identifican **dos impactos** durante el proceso constructivo: Contaminación visual por la presencia de agentes externos **de importancia moderada**, y Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico con importancia irrelevante. En ambos casos se pueden implementar medidas de mitigación.

El componente **socioeconómico** presenta **tres impactos**: (1) la generación de empleo, impacto que se valora como moderado, positivo y temporal. La etapa de preparación del sitio y construcción requerirá de mano de obra especializada y no especializada, esta última podría ser contratada de localidades cercanas, además que presencia de mano de obra durante el proceso constructivo favorecerá el comercio en la región. (2) molestias por parte de usuarios, trabajadores y pobladores cercanos. La construcción de las gazas complementarias implicará cierres parciales de carriles, desvíos, presencia de mano de obra y maquinaria, generación de ruido, polvos y partículas, además de reducción de velocidad en los tramos de construcción y posibles congestionamientos. Por esto, este impacto se valora negativo y moderado, aunque temporal y (3) riesgo de accidentes durante el tiempo de construcción. A pesar de la implementación de dispositivos de seguridad, así como de la inducción al personal para realizar adecuadas prácticas y el uso de equipo de seguridad y protección, no se descarta la ocurrencia de accidentes durante el proceso constructivo. Para reducir dicha probabilidad, deberán intensificarse las medidas de seguridad, tanto para trabajadores como usuarios.

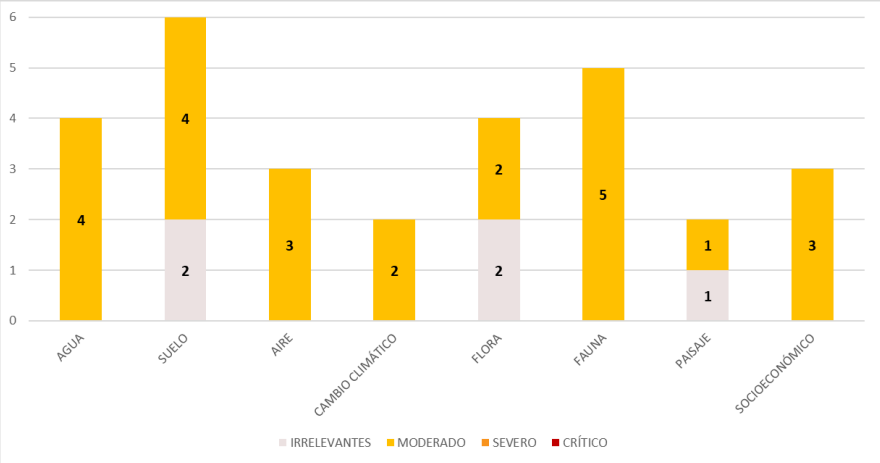


Figura 11. Importancia de los impactos por componente ambiental. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, **no se identifican impactos sinérgicos** en ninguno de los componentes, sin embargo, si se identifican **once (11) impactos acumulativos**, la mayoría de ellos, atribuibles a contaminación con residuos, esto porque en la zona se identifica la mala disposición de residuos en las cercanías del entronque o en sus inmediaciones, EN CASO DE NO IMPLEMENTAR MEDIDAS, se corre el riesgo que estos residuos sean abandonados, acumulándose con los ya existentes y a largo plazo potencializar su impacto. A continuación, se presentan los impactos acumulativos identificados:

Agua:

- Contaminación con residuos de manejo especial (impacto 3)

Suelo

- Contaminación con residuos urbanos (impacto 5)
- Contaminación con residuos de manejo especial (impacto 7)

Aire

- Contaminación por la generación de polvos y partículas provenientes de los trabajos constructivos (Impacto 12)
- Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción (Impacto 13)

Cambio climático

- Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (impacto 14)

Flora

- Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra

Paisaje

- Contaminación visual por la presencia de agentes externos
- Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico

Se identifica un único impacto residual, ubicado en el componente socioeconómico: riesgos de accidentes durante el tiempo de construcción, ya que, a pesar de la implementación de medidas de seguridad, su ocurrencia no se descarta DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO, pero si se pueden implementar medidas de prevención para reducir significativamente la probabilidad de ocurrencia. El impacto será temporal.

MATRIZ DE VALORACIÓN. ETAPA DE OPERACIÓN - MANTENIMIENTO.

Componente ambiental	Factor	No. Imp	Impacto	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Importancia	Residual	Acumulativo	Sinérgico
Agua	Calidad del agua	1	Contaminación con residuos urbanos	-	1	2	2	4	2	1	4	1	1	4	26	Moderado	NO	SI	NO
		2	Contaminación con residuos peligrosos	-	2	1	1	4	4	1	1	1	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
		3	Contaminación con residuos de manejo especial	-	2	1	1	4	4	1	1	1	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
Suelo	Calidad del suelo	5	Contaminación con residuos urbanos	-	4	2	2	4	1	1	4	1	1	4	34	Moderado	NO	SI	NO
		6	Contaminación con residuos peligrosos	-	2	1	1	4	4	1	1	1	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
		7	Contaminación con residuos de manejo especial	-	2	1	1	4	4	1	1	1	1	4	25	Irrelevante	NO	NO	NO
	Erosión	10	Reducción de procesos erosivos en la etapa operativa por acciones de protección de terraplén	+	4	2	2	4	2	1	1	4	4	1	35	Moderado	NO	NO	NO
Aire	Confort sonoro	12	Alteración de la naturalidad del sonido por el incremento de ruido	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante	NO	NO	NO
	Calidad del aire	14	Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción	-	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	16	Irrelevante	NO	NO	NO
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	15	Incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero	-	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	16	Irrelevante	NO	NO	NO
Flora	Cobertura vegetal	20	Contaminación de zonas con cobertura vegetal	-	2	1	2	4	1	1	4	1	1	4	26	Moderado	NO	SI	NO
Fauna	Diversidad faunística	21	Disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento, dispersión forzada)	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	24	Irrelevante	NO	NO	NO
	Poblaciones de fauna silvestre	22	Reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), endémicas, nativas y de importancia comercial global (CITES) o local.	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	4	24	Irrelevante	NO	NO	NO
	Introducción de especies exóticas	23	Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra	-	2	2	2	2	2	1	4	1	1	4	27	Moderado	NO	SI	NO
	Hábitat	24	Reducción y alteración del hábitat actual de fauna silvestre	-	1	2	1	2	2	1	4	1	1	4	23	Irrelevante	NO	SI	NO
	Movilidad	25	Incremento del efecto barrera	-	1	2	4	2	2	1	1	1	4	1	23	Irrelevante	NO	NO	NO
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	27	Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico	-	2	1	4	2	2	1	4	1	1	2	25	Irrelevante	NO	SI	NO
Socioeconómico	Actividades económicas	28	Generación de empleo	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	25	Irrelevante	NO	NO	NO
	Infraestructura	31	Flujos vehiculares eficientes	+	8	2	4	4	2	1	1	4	1	8	53	Severo	NO	NO	NO

Componente ambiental	Factor	No. Imp	Impacto	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Importancia	Residual	Acumulativo	Sinérgico
		32	Incorporaciones vehiculares seguras	+	8	2	4	4	2	1	1	4	1	8	53	Severo	NO	NO	NO
		33	Reducción de accidentes	+	8	2	4	4	2	1	1	4	1	8	53	Severo	NO	NO	NO

En la etapa de operación y mantenimiento, se identifica la ocurrencia de 21 impactos, siendo los más representativos los impactos irrelevantes (13 impactos que representan el 62% del total), seguido de los moderados (5 impactos, 24%) y de los severos (3 impactos, 14%). Al igual que en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, **en la etapa Operativa no se identifican impactos críticos**, por el contrario, se espera que el entronque actual ya modificado, opere bajo mejore condiciones de seguridad y fluidez (ver Figura 12).

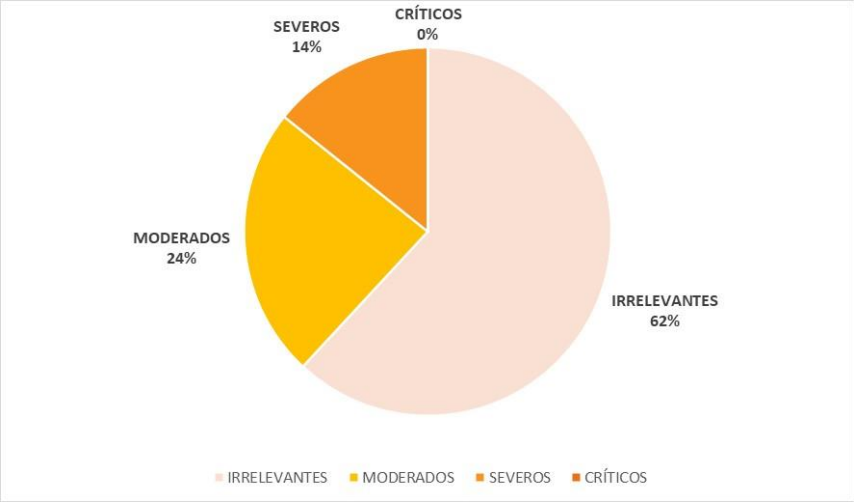


Figura 12. Importancia de los impactos en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Los **impactos significativos** son **tres**, y se ubican en el **componente socioeconómico**, todos estos son de **naturaleza positiva** ya que se considera que con esta obra se mejorarán los flujos vehiculares en el tramo del entronque, al reducir congestionamientos ocasionados por las incorporaciones que actualmente hacen los usuarios por sitios improvisados, se tendrán mayores condiciones de seguridad, ya que el objetivo de las gazas complementarias, es precisamente brindar a los usuarios carrieles exclusivos y adecuados para realizar la incorporación y desincorporación de la autopista 150D, además, que se reducirán significativamente los accidentes, la obra contará con los señalamientos verticales y horizontales correspondientes, evitará incorporaciones improvisadas y contará con los componentes necesarios para un flujo vehicular seguro.

Se considera que, en la etapa operativa, se ejercerá menor presión a los diferentes componentes ambientales, a diferencia de la etapa constructiva donde la presión y las modificaciones son mayores. Con la incorporación de las tres gazas complementarias al entronque, no se esperan modificaciones relevantes para los componentes del sistema y del AI, se considera que el entorno tendrá la capacidad de regresar a las condiciones originales y adaptarse a las nuevas condiciones de manera natural y a corto plazo.

Como ya se mencionó, en esta etapa se esperan **5 impactos moderados**: (1) contaminación del agua por la presencia de residuos urbanos, (2) la contaminación del suelo residuos urbanos, (3) reducción de procesos erosivos en la etapa operativa por acciones de protección del talud, (4) contaminación de zonas con cobertura vegetal. (5) incremento de la fauna feral atraída por la presencia de residuos. Al respecto, se considera que los impactos relacionados con la contaminación serán ocasionados por usuarios, trabajadores y pobladores cercanos, en caso de disponer negligentemente residuos en las cercanías del entronque, para el caso de la fauna feral se menciona que en el sitio ya se registra la presencia de fauna feral y doméstica, así como la presencia de residuos, por lo cual, en caso de abandonar residuos en la zona de trabajo, el impacto actual prevalecerá y con el tiempo podría potencializarse.

Dentro de los cinco impactos moderados, uno resulta de naturaleza positiva, ya que el proyecto desde su diseño considera la protección de terraplenes para evitar procesos erosivos que impliquen en un futuro mayores gastos en mantenimiento, por lo que la aplicación de geo manto e hidrosiembra en el terraplén del entronque, propiciará una cobertura vegetal superficial, a través de la cual se evitará la erosión del terraplén y con ello deterioros de la estructura.

El resto de los impactos (13) en esta etapa, se consideran de importancia irrelevante. En el caso del aire, no se espera que la operación del entronque en sus nuevas condiciones incremente los niveles de ruido y de contaminación. Mismo caso para el cambio climático, por el contrario, con la reducción de congestionamientos en el sitio, se esperaría una reducción de estos impactos.

En el caso de la fauna, con la operación de las tres nuevas gazas, no se espera un incremento en las afectaciones ya existentes, como lo es la reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), la posibilidad de atropello y muerte de estas especies se considera poco probable, como ya se ha mencionado, la fauna se ha dispersado hacia sitos mejor conservados y la fauna que prevalece en la zona, se ve atraída por áreas cercanas con vegetación y por los propios asentamientos humanos cercanos al entronque.

Para el caso del efecto barrera, se considera que este impacto ya existe actualmente, y es ejercido en su mayoría por la carretera 180 y la autopista 150D, las tres gazas complementarias del entronque, no potencializarán este impacto.

De igual manera, no se esperan mayores afectaciones a la fauna, se destaca que el entronque ya opera actualmente, por lo que la fauna ya se ve presionada por las alteraciones que ocasiona la operación del mismo y las carreteras involucradas, así como por la presencia de comercios y zonas agrícolas. La presencia de fauna es baja, en su mayoría se identifican aves tolerantes a la perturbación.

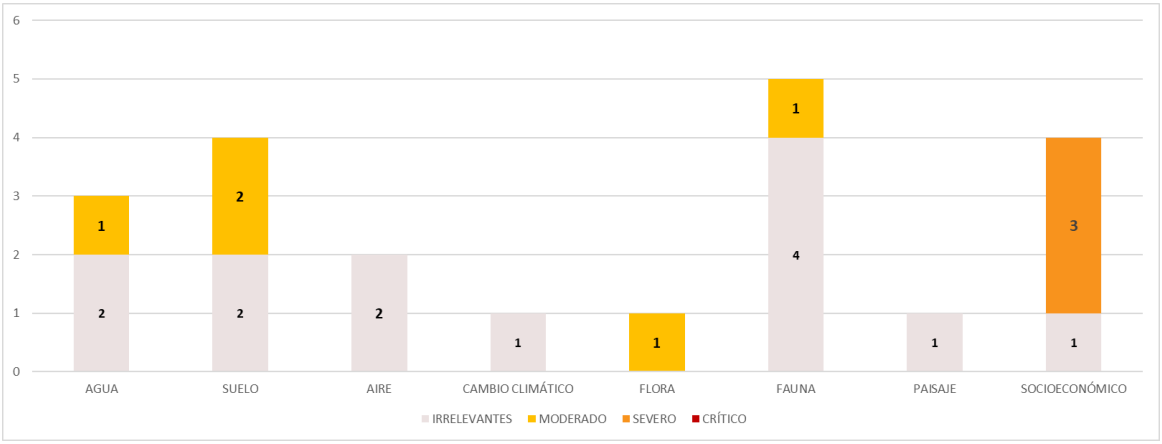


Figura 13. Importancia de los impactos por componente ambiental. Etapa Operación – Mantenimiento.

5.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a la identificación, caracterización y valoración de impactos que se esperan por la construcción de gazas complementarias al entronque Paso del Toro, se puede apreciar que no se identifican impactos críticos ni significativos negativos derivados ni del proceso constructivo ni de la etapa de operación y mantenimiento. Los impactos identificados (33 en total), son en su mayoría moderados e irrelevantes. Esto se debe a que la obra proyectada se ubica en un área muy puntual y a que no se trata de una obra totalmente nueva que vaya a modificar en gran medida al ecosistema actual, más bien corresponde a ajustes de una obra existentes para mejorar el flujo vehicular.

El sitio donde se ubica el proyecto, corresponde a un área previamente impactada, sobre la cual, actividades antrópicas, continúan ejerciendo una fuerte presión sobre los diferentes componentes ambientales. El ruido, la generación de residuos, el constante cambio de uso de suelo, asentamientos humanos, comercios y carreteras, han propiciado el desplazamiento de fauna y flora. Las áreas con vegetación natural son escasas y la topografía ha sido fuertemente modificada. El sitio se caracteriza por presentar una topografía plana, donde no se requieren de grandes cortes para la construcción de las gazas.

La superficie de afectación, apenas es de 1.67 ha de la cual se requiere de la remoción de 0.74 ha de vegetación forestal, la cual, si bien, actualmente representa el hábitat de flora y fauna, esta remoción no compromete las funciones ambientales o componente presentes.

La mayoría de los impactos identificados, pueden se prevenibles y mitigables, o como es el caso de la reducción de la cobertura vegetal, puede ser compensada a través de trabajos de reforestación.

Los impactos significativos identificados, son de naturaleza positiva y se ubican en el componente socioeconómico, esto porque se considera que la obra resulta importante y necesaria, al brincar una forma segura y eficiente de incorporase de y hacia la autopista 150D, reduciendo accidentes, congestionamientos y lento flujo vehicular.

Derivado del análisis realizado en este apartado, se determina que el proyecto generará impactos negativos y positivos al ecosistema, sin embargo, estos no quebrantarán al ecosistema actual y no implican un riesgo para el mismo. Siempre y cuando se apliquen entiempo y forma las medidas de prevención y mitigación, muchos de los impactos podrán prevenirse y reducir su magnitud.

5.6 BIBLIOGRAFÍA

- Gómez Orea (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental.* 2da Edición. Ed. Mundi-Prensa.
- Gómez Orea, et al.(2013). *Evaluación de impacto ambiental*. Tercera. editado por D. Gómez Orea y M. T. Gómez Villarino. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- V. Conesa Fdez-Vitora (1997). *Guía Metodológica para Evaluación de Impacto Ambiental*. 3ª Edición. Ed. Mundi-Prensa
- Vinisa Saynes et al (2016). *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agrícolas de México*. Terra Latinoamericana. Volumen 34. Número 1.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



Índice

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3
6.1 Clasificación de las medidas preventivas y de mitigación 3
6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 4
6.2.1 Hidrología 7
6.2.2 Suelo 13
6.2.3 Atmósfera 27
6.2.4 Vegetación 32
6.2.5 Fauna 50
6.2.6 Paisaje 58
6.2.7 Generales 62
6.2.8 Socioeconómico 70
6.3 Programa de vigilancia ambiental 74
6.3.1 Introducción 74
6.3.2 Objetivo General 74
6.3.2.1 Objetivos particulares 74
6.3.3 Alcance 74
6.3.4 Actividades a realizar por parte del programa de vigilancia ambiental 75
6.3.4.1 Capacitación a mano de obra 75
6.3.4.2 Pláticas de concientización ambiental 75
6.3.4.3 Inspecciones semanales 76
6.3.4.4 Colocación de letreros alusivos al cuidado del ambiente (diferentes temáticas) 76
6.3.4.5 Elaboración de informe semestral 77
6.4 Seguimiento y control (monitoreo) 77
6.4.1 Verificación del cumplimiento de medidas ambientales 78
6.4.2 Inspección del manejo de residuos 78
6.4.3 Control del recurso hídrico 78
6.4.4 Protección de la fauna y vegetación 78
6.4.5 Registro y documentación 78
6.4.6 Respuesta a contingencias ambientales 79
6.4.7 Comunicación y retroalimentación 79
6.4.8 Presentación de informes 79
6.5 Conclusiones 80
6.6 Bibliografía 80

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales potenciales derivados de la **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, de la autopista Córdoba - Veracruz,** se ha desarrollado la información necesaria para conocer la magnitud, duración y persistencia de dichos impactos. Este análisis integral permite establecer una base sólida para la toma de decisiones informadas, orientadas a la protección del entorno natural y el bienestar de las comunidades afectadas.

La correcta identificación y evaluación de los impactos posibilitan la definición precisa de medidas preventivas, mitigadoras y compensatorias que se deben implementar durante las diferentes fases del proyecto. De esta manera, se busca no solo minimizar los efectos adversos sobre el ecosistema y los recursos naturales, sino también promover un desarrollo sostenible que integre los aspectos ambientales, sociales y económicos.

Las medidas propuestas tienen como objetivo principal evitar que las actividades proyectadas generen daños o alteraciones irreversibles al ambiente. Su adecuada aplicación y ejecución, en coordinación con los actores involucrados y bajo un marco de seguimiento y monitoreo continuo, permitirán minimizar significativamente las afectaciones en el sitio y asegurar la restauración ambiental en las áreas impactadas. Así, se contribuye a que el proyecto se integre de manera armoniosa al sistema ambiental, favoreciendo un equilibrio entre el desarrollo infraestructural y la conservación del patrimonio natural en un plazo razonable.

Estas medidas se implementarán en las siguientes etapas:



Los impactos ambientales derivados del proyecto son susceptibles de ser anticipados y, en su mayoría, mitigados eficazmente mediante la implementación de medidas adecuadas. Cabe destacar que, además de minimizar los efectos adversos, en ciertos casos el proyecto propiciará mejoras significativas en las condiciones actuales, generando beneficios tangibles para las comunidades locales. Estas mejoras podrán manifestarse en aspectos como la accesibilidad, el desarrollo económico, y la calidad de vida de los habitantes de la región.

6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

Las medidas propuestas en el presente capítulo se fundamentan en lo establecido por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2014), así como en los lineamientos vigentes emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022). De conformidad con este marco normativo, las medidas ambientales se clasifican en las siguientes categorías:

- **Medidas de prevención (PREV).** Es el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación (MIT).** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de compensación (COM).** Conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles.

La ejecución de las medidas específicas en cada una de las etapas del proyecto está considerada desde la selección del sitio hasta la culminación de la obra, lo que permitirá reducir significativamente los impactos ambientales. Cabe señalar que algunas de las medidas propuestas son aplicables en dos o más etapas, por lo que ciertas actividades podrán repetirse o mantenerse a lo largo de distintas fases del desarrollo del proyecto.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En la Tabla 1 se presentan las medidas preventivas, de mitigación y compensación propuestas en cada uno de los componentes ambientales afectados.

Tabla 1. Listado de medidas identificadas para el proyecto.

TIPO DE MEDIDA	CLAVE	MEDIDA
HIDROLOGÍA		
PREV	H1	Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua
PREV	H2	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua"
PREV	H3	Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles
PREV	H4	Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto
PREV	H5	Suministro permanente de agua potable para los trabajadores
SUELO		
PREV	S1	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del suelo"
MIT	S2	Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación
PREV	S3	Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas
MIT	S4	Kits antiderrames de sustancias químicas
MIT	S5	Escarificación, descompactación y limpieza del terreno en las áreas donde se ubicaron las obras provisionales, una vez concluidas las actividades de construcción
MIT	S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra
ATMÓSFERA		
PREV	AT1	Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización
PREV	AT2	El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión
PREV	AT3	Labores de mantenimiento permanente en la maquinaria y los equipos utilizados

TIPO DE MEDIDA	CLAVE	MEDIDA
PREV	AT4	Verificación del cumplimiento de los límites de ruido permitidos tanto en el perímetro como en el área de trabajo durante el desarrollo de la obra
PREV	AT5	Queda prohibido la realización de fogatas, así como la quema de leña y neumáticos en el área
VEGETACIÓN		
PREV	VE1	Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre
MIT	VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia
COM	VE3	Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión o posible propagación
MIT	VE4	Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales
MIT	VE5	Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años
COM	VE6	Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia
PREV	VE7	Estará prohibido la introducción de especies exóticas
MIT	VE8	Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas (reforestación) durante un periodo mínimo de cinco años
PREV	VE9	Instalación de letreros permanentes que refuercen el cuidado de la flora silvestre, así como la prohibición de encender fogatas, quemar leña o fumar en el área
FAUNA		
PREV	FA1	Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre
MIT	FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie
PREV	FA3	De detectarse nidos activos, se procederá al marcaje del árbol o árboles hospederos, para su monitoreo hasta el abandono del nido por parte de las crías
PREV	FA4	Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio
PREV	FA5	Estará prohibido la introducción de especies exóticas
PREV	FA6	Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio
PAISAJE		
MIT	PA1	Retiro inmediato de materiales producto de la construcción
MIT	PA2	Limpieza periódica durante el proceso constructivo, al finalizar la obra y durante la operación de las gazas
PREV	PA3	Actividades limitadas al área del derecho de vía DDV
GENERALES		
PREV	G1	Uso de equipo de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores
PREV	G2	Disponibilidad de servicios médicos y botiquines de primeros auxilios en obra
PREV	G3	Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra
MIT	G4	Manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto
PREV	G5	Contratación de empresas recolectoras de residuos
SOCIOECONÓMICO		
	SE1	Se priorizará la contratación de mano de obra local durante la modernización del entronque Paso del Toro

TIPO DE MEDIDA	CLAVE	MEDIDA
PREV	SE2	Instalación de señalética preventiva e informativa dirigida a las comunidades circundantes y al personal de obra, con el fin de evitar accidentes e informar sobre el desarrollo del proyecto
PREV	SE3	Implementación de un plan de seguridad vial durante la construcción de las gazas en el entronque Paso del Toro

Tabla 2. Medidas que le aplican a los impactos identificados por la obra.

No.	Componente ambiental	Clave del Impacto	Impacto Ambiental o Social	Medidas aplicables
1	Hidrología	H-CA1	Contaminación con residuos sólidos urbanos	H1, H2, H4, G4, G5
2		H-CA2	Contaminación con residuos peligrosos	H1, H2, G4, G5
3		H-CA3	Contaminación con residuos de manejo especial	H1, H2, H3, G4, G5
4		H-HS1	Disminución de superficie que permite la filtración de agua al subsuelo	S5, S6, VE2, VE6
5	Suelo	S-CS1	Contaminación con residuos sólidos urbanos	H1, S1, PA2, G3, G4, G5
6		S-CS2	Contaminación con residuos peligrosos	H1, S1, S3, S4, PA2, G3, G4, G5
7		S-CS3	Contaminación con residuos de manejo especial	H1, H3, S1, PA2, G3, G4, G5
8		S-RE1	Modificaciones a la topografía actual del suelo	S2, PA1, PA3
9		S-ER1	Susceptibilidad del suelo a procesos erosivos	AT1, S5, S6, PA3
10		S-EC1	Modificación de la estructura del suelo	S5, S6, PA3
11	Atmósfera	A-CS1	Alteración de la naturalidad del sonido por el incremento de ruido	AT3, AT4
12		A-CA1	Contaminación por la generación de polvos y partículas provenientes de los trabajos constructivos	AT1, AT2
13		A-CA2	Contaminación por la generación de gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria de la construcción	AT3, AT5
14	Cambio climático	C-GE1	Incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero	AT3, AT5
15		C-CA1	Reducción de la cobertura vegetal permite la captura y almacenamiento de carbono	S6, VE2, VE3, VE6
16	Vegetación	V-DF1	Disminución de la diversidad florística	S2, VE1, VE2, VE3, VE4, VE5, VE6, VE7
17		V-DF2	Disminución de la diversidad florística de especies de importancia para la conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y nativas)	S2, VE1, VE2, VE3, VE5, VE6, VE7, VE8
18		V-CV1	Modificación de áreas con cobertura vegetal	S2, VE1, VE2, VE3, VE6
19		V-CV2	Contaminación de zonas con cobertura vegetal	VE1, VE9
20	Fauna	F-DF1	Disminución de la diversidad faunística (muerte, atropello, desplazamiento, dispersión forzada)	FA1, FA2, FA4, FA6
21		F-PF1	Reducción de las poblaciones de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), endémicas, nativas y de importancia comercial global (CITES) o local.	FA1, FA2, FA3, FA4, FA5, FA6

No.	Componente ambiental	Clave del Impacto	Impacto Ambiental o Social	Medidas aplicables
22		F-EX1	Incremento de fauna feral en el proyecto, atraída por la generación de residuos en la obra	G4, G5
23		F-HA1	Reducción y alteración del hábitat actual de fauna silvestre	VE6, PA3
24		F-MO1	Incremento del efecto barrera	VE6
25	Paisaje	P-CP1	Contaminación visual por la presencia de agentes externos	S5, PA1, PA2
26		P-CP2	Alteración en sitios de medio y bajo valor paisajístico	VE6, PA2, PA3
27	Socioeconómico	S-CV1	Generación de empleo	SE1
28		S-CV2	Molestias por parte de usuarios y habitantes cercanos	SE2
29		S-CV3	Riesgo de accidentes durante tiempo de construcción	H5, G1, G2, SE2, SE3
30		S-CV4	Flujos vehiculares eficientes	SE2, SE3
31		S-CV5	Incorporaciones vehiculares seguras	SE3
32		S-CV6	Reducción de accidentes	SE2, SE3

Se presentan a continuación las medidas ambientales enfocadas en prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos negativos que pudieran generarse durante la ejecución del proyecto.

6.2.1 Hidrología

H1	Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Hidrología, Suelo	**Impacto ambiental:** H-CA1, H-CA2, H-CA3, S-CS1, S-CS2, S-CS3	**Tipo de medida:** PREV

Los sitios de obras provisionales son aquellos espacios temporales habilitados durante la fase de construcción de un proyecto para apoyar las actividades logísticas, operativas y técnicas de la obra. Estos sitios no forman parte de la infraestructura definitiva del proyecto, pero son indispensables para su ejecución eficiente y segura.

Entre los usos más comunes de los sitios de obras provisionales se encuentran:

- Zonas de almacenamiento de materiales
- Patios de maquinaria y talleres de mantenimiento
- Plantas de concreto u otras instalaciones temporales
- Oficinas técnicas y administrativas
- Áreas de acopio de residuos y materiales sobrantes

La habilitación y operación de estos sitios debe considerar criterios de ubicación estratégica, mínima afectación ambiental, y cumplimiento con la normativa ambiental y urbana aplicable. Asimismo, deben contemplarse medidas de prevención, control y cierre que aseguren su adecuada integración o restitución al entorno una vez finalizada su utilidad.

Características de los sitios provisionales en una obra:

H1	Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua

- Tener una ubicación adecuada
- Estabilidad del terreno
- Control de escurrimientos
- Delimitación y señalización
- Accesos y circulación
- Manejo de residuos y materiales peligrosos
- Condiciones de seguridad e higiene
- Restauración al finalizar su uso

Localización de las obras provisionales

Se identificaron dos sitios con potencial para la instalación de obras provisionales, cuyas coordenadas UTM (zona 14 N, datum WGS84), ubicación y dimensiones se detallan en la Tabla 3, Figura 1 y Figura 2. En la siguiente tabla se presenta el punto central de cada uno de los sitios de obras provisionales.

Tabla 3. Ubicación de las obras provisionales propuestas.

Obra provisional	Coordenadas UTM zona 14 N	
	X	Y
1	794977.17	2112520.31
2	794949.89	2112371.92



Figura 1. Ubicación de los sitios de obras provisionales 1 y 2 respectivamente.

Mediante la verificación espacial en Google Earth se confirmó que ninguno de los sitios propuestos para obras provisionales se encuentra a una distancia menor de 100 metros respecto a alguna escorrentía de tipo intermitente o perenne.

H1	Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua



Figura 2. Ubicación de los sitios propuestos para obras provisionales.

H2	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua"		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Hidrología	**Impacto ambiental:** H-CA1, H-CA2, H-CA3	**Tipo de medida:** PREV

Con el fin de prevenir impactos negativos sobre cuerpos de agua superficiales y subterráneos que se encuentren cercanos a la zona del proyecto, se implementará un plan de capacitación ambiental dirigido a todo el personal involucrado en las actividades de construcción. Esta capacitación incluirá el tema específico de "Prevención de la contaminación del agua", abordando buenas prácticas y medidas preventivas que deben adoptarse durante el desarrollo de la obra.

El objetivo es garantizar que el personal operativo y técnico esté debidamente informado y sensibilizado sobre la importancia de proteger el recurso hídrico, y que conozca las acciones específicas que debe seguir para evitar su contaminación durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

El contenido temático incluirá, entre otros aspectos:

- Identificación de fuentes potenciales de contaminación del agua (derrames de combustibles, aceites, residuos de materiales de construcción, aguas residuales, etc.).
- Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.
- Procedimientos para la contención y respuesta en caso de derrames o fugas.

H2	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua"

- Buenas prácticas en el almacenamiento temporal de materiales peligrosos.
- Importancia de no verter residuos en escurrimientos, drenajes o cuerpos de agua cercanos.
- Legislación ambiental aplicable en materia de protección del recurso hídrico.

La capacitación será impartida por personal capacitado en temas ambientales y se realizará previo al inicio de las actividades, con sesiones de refuerzo periódicas en función de la duración del proyecto. Se llevará un registro de asistencia, así como material de apoyo impreso o digital, y se fomentará la aplicación práctica de lo aprendido en campo.

Para el desarrollo del plan de capacitación se deberán llevar las siguientes actividades:

A. Desarrollo del plan de capacitación

Se establece el tema que se dará en la capacitación:

I. Prevención de la contaminación del agua

B. Selección del instructor y recurso

El instructor o instructores podrán ser el supervisor de medio ambiente u otro colaborador que cuente con los conocimientos suficientes para la impartición del curso. Sin embargo, también puede contratarse un agente capacitador externo que cuente con el curso registrado ante la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).

C. Ejecución del plan

a. **Implementación de las sesiones:** se deberán realizar las sesiones de capacitación de acuerdo con las fechas establecidas por el responsable de llevar a cabo el plan de capacitación.
b. **Participación activa:** se fomentará la participación activa de cada uno los colaboradores.

D. Evaluación

a. Finalizando los cursos se deberá realizar evaluación a cada uno de los participantes, esto con el objetivo de identificar el grado de compresión del tema.

Se deberá guardar evidencia fotográfica de cada una de las sesiones de capacitación impartidas.

H3	Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles		
Etapa del proyecto: Previo a la etapa de Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Hidrología, Suelo	**Impacto ambiental:** H-CA3, S-CS3	**Tipo de medida:** PREV

Esta medida contempla la contratación de una empresa especializada en la renta, instalación, limpieza y mantenimiento de sanitarios portátiles (WC químicos o secos) durante toda la fase constructiva.

La contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles es una práctica estándar y técnica viable en la construcción y otras obras civiles donde no hay acceso inmediato a instalaciones sanitarias permanentes.

H3	Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles



Figura 3. Para la obra se instalará 1 sanitario por cada 12 trabajadores.

Algunos de los aspectos más relevantes que se deben considerar son los siguientes:

1. **Necesidad y planificación:** Antes de iniciar cualquier proyecto de construcción, es crucial evaluar las necesidades de infraestructura sanitaria para los trabajadores y visitantes. Esto incluye determinar la cantidad adecuada de servicios sanitarios portátiles basados en el tamaño del equipo de trabajo, la duración del proyecto y la ubicación del sitio de construcción.

2. **Tipo y cantidad de unidades:** Existen diferentes tipos de servicios sanitarios portátiles que pueden variar en tamaño y características. Los más comunes incluyen baños individuales, baños con lavamanos integrado, y unidades más grandes que pueden incluir duchas y otras comodidades. La elección dependerá de las necesidades específicas del proyecto y las regulaciones locales.

3. **Instalación adecuada:** La instalación de los servicios sanitarios debe realizarse en áreas accesibles pero que no interfieran con el avance de las obras. Es importante considerar la proximidad a las zonas de trabajo para facilitar el acceso rápido y seguro de los trabajadores, así como garantizar la privacidad y la higiene.

4. **Mantenimiento y limpieza:** Se debe establecer un programa regular de mantenimiento y limpieza de los servicios sanitarios portátiles para asegurar condiciones higiénicas adecuadas. Esto puede incluir la reposición de suministros (como papel higiénico y jabón), la limpieza profunda periódica, y la gestión adecuada de desechos.

5. **Cumplimiento normativo:** Es fundamental cumplir con todas las normativas locales y regulaciones de salud y seguridad relacionadas con la instalación y operación de servicios sanitarios portátiles. Esto puede incluir requisitos específicos sobre el manejo de desechos, distancias mínimas a fuentes de agua potable y disposición final adecuada de residuos.

6. **Seguridad y accesibilidad:** Los servicios sanitarios deben ser seguros y accesibles para todos los trabajadores, incluyendo aquellos con discapacidades. Es importante garantizar que las unidades cumplan con las normativas de accesibilidad y que estén bien iluminadas y señalizadas para su uso seguro en condiciones de poca luz.

H4	Quedará estrictamente prohibida la extracción o uso directo de cuerpos de agua o de alguna escorrentía que se encuentre en la zona del proyecto		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción, OYM	Componente ambiental: Hidrología	Impacto ambiental: H-CA1	Tipo de medida: PREV

Con el objetivo de evitar impactos a escorrentías o cuerpos de agua cercanos a la zona del proyecto se asegurará que no se permitirá la extracción ni el uso de agua superficial en ninguna etapa del desarrollo para la construcción de las gazas complementarias y las cabinas remotas en el entronque de Paso del Toro. Permitir el uso de estos recursos hídricos podría provocar la contaminación de estos, reducir su caudal disponible y podría generar conflictos con usuarios locales o comunidades que pudieran hacer uso indirecto de estos cuerpos. Cualquier alteración en el equilibrio hídrico podría generar sedimentación o deterioro del entorno.

Por lo anterior, toda el agua requerida para actividades de la obra deberá provenir de fuentes externas y mediante la adquisición a proveedores legalmente autorizados para su comercialización y distribución, garantizando así la trazabilidad y legalidad del recurso hídrico utilizado. Asimismo, se exigirá que el contratista encargado de la obra presente evidencia documental del origen lícito del agua utilizada, incluyendo facturas, contratos de suministro o copias de concesiones, según corresponda. Esta medida será supervisada por el responsable ambiental del proyecto y formará parte de las bitácoras de cumplimiento ambiental durante la etapa de construcción.

La ejecución de esta medida permitirá proteger los recursos hídricos presentes en la zona, evitará impactos negativos sobre el ambiente y contribuirá al cumplimiento de la legislación ambiental vigente en materia de uso y aprovechamiento de aguas nacionales.

H5	Suministro permanente de agua potable para los trabajadores		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción, OYM	Componente ambiental: Socioeconómico	Impacto ambiental: S-CV3	Tipo de medida: PREV

Durante toda la etapa de construcción del proyecto, se garantizará el suministro continuo y suficiente de agua potable para el consumo del personal que labore en el sitio. Esta medida tiene como objetivo garantizar las condiciones adecuadas de salud, seguridad e higiene durante las actividades constructivas, evitando la deshidratación, enfermedades gastrointestinales u otros padecimientos asociados al consumo de agua contaminada o a la falta de hidratación adecuada en condiciones de trabajo al aire libre y exposición al calor.

El agua potable será suministrada mediante uno o varios de los siguientes mecanismos, según se requiera:

- Colocación de dispensadores o garrafones de agua certificados para consumo humano en puntos estratégicos del área de trabajo.
- Sistemas móviles de almacenamiento (pipas o tinacos) debidamente etiquetados y destinados exclusivamente para agua potable.
- Contratación de servicios autorizados para el abastecimiento regular de agua purificada.

La empresa responsable de la obra se asegurará de que:

- El agua suministrada cumpla con los parámetros de calidad establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, relativa al agua para uso y consumo humano.
- Se realice un mantenimiento periódico a los recipientes o dispensadores, para evitar contaminación.
- Se dé acceso equitativo al agua a todo el personal, independientemente del área en la que laboren.

6.2.2 Suelo

S1	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del suelo"		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Suelo	**Impacto ambiental:** S-CS1, S-CS2, S-CS3	**Tipo de medida:** PREV

Con el propósito de prevenir afectaciones al suelo durante la fase de construcción del proyecto, se implementará un plan de capacitación dirigido al personal operativo, técnico y administrativo que labore directamente en la obra. Esta capacitación estará enfocada en el tema específico de "Prevención de la contaminación del suelo", promoviendo prácticas responsables y cumplimiento normativo en el manejo de residuos, materiales peligrosos y actividades susceptibles de generar impactos negativos sobre el recurso edáfico.

El objetivo es fomentar la conciencia ambiental entre el personal involucrado en el proyecto, así como dotarlos de conocimientos prácticos para evitar la contaminación del suelo, protegiendo así la calidad del recurso y reduciendo los riesgos de afectación a la salud humana, los ecosistemas y las aguas subterráneas.

El plan de capacitación incluirá los siguientes contenidos básicos:

- Identificación de actividades con riesgo de contaminación del suelo (derrames de combustibles o lubricantes, residuos de materiales de construcción, almacenamiento inadecuado de sustancias químicas, etc.).
- Procedimientos adecuados para el manejo, almacenamiento y disposición de residuos sólidos y peligrosos.
- Medidas para la prevención y contención de derrames.
- Uso de áreas designadas para el mantenimiento de maquinaria o equipos.
- Legislación y normatividad ambiental vigente aplicable, especialmente la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, relativa a suelos contaminados.

La capacitación será impartida por personal capacitado en temas ambientales y se llevará a cabo antes del inicio de las actividades de obra, incluyendo sesiones de refuerzo durante el desarrollo del proyecto, según sea necesario. Se mantendrán registros de asistencia y materiales utilizados, como evidencia documental de cumplimiento.

Para el desarrollo del plan de capacitación se deberán llevar las siguientes actividades:

1. **Desarrollo del plan de capacitación**

Se establece el tema que se dará en la capacitación:

1- Prevención de la contaminación del suelo

2. **Selección del instructor y recurso**

El instructor o instructores podrán ser el supervisor de medio ambiente u otro colaborador que cuente con los conocimientos suficientes para la impartición del curso. Sin embargo, también puede contratarse un agente capacitador externo que cuente con el curso registrado ante la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).

S1	Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del suelo"

3. **Ejecución del plan**

   a. **Implementación de las sesiones:** se deberán realizar las sesiones de capacitación de acuerdo con las fechas establecidas por el responsable de llevar a cabo el plan de capacitación.
   b. **Participación activa:** se fomentará la participación activa de cada uno los colaboradores.

4. **Evaluación**

   a. Finalizando los cursos se deberá realizar evaluación a cada uno de los participantes, esto con el objetivo de identificar el grado de compresión del tema.

Se deberá guardar evidencia fotográfica de cada una de las sesiones de capacitación impartidas.

S2	Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Suelo, Vegetación	**Impacto ambiental:** S-RE1, V-DF1, V-DF2, V-CV1	**Tipo de medida:** MIT

Con el objetivo de conservar los recursos edáficos y optimizar su aprovechamiento en las etapas posteriores del proyecto, se implementará el rescate del suelo orgánico (horizonte superficial) previo a las actividades de desmonte y movimiento de tierras. Este material, rico en nutrientes y materia orgánica, será recolectado, almacenado temporalmente en sitios controlados y posteriormente reutilizado en las labores de reforestación y/o revegetación.

Esta medida busca reducir la pérdida de fertilidad del suelo, facilitar la recuperación de la cobertura vegetal, favorecer la reintegración del ecosistema y minimizar los impactos ambientales derivados de la modificación del terreno.

En esta actividad se pretende rescatar, almacenar y reutilizar el suelo de los primeros 30 cm de la superficie. Se da importancia a esta capa superficial debido a que es la capa en la que principalmente se desarrolla buena parte de la vegetación, es donde se encuentran gran parte de los nutrientes del suelo y donde se tiene una gran actividad microbiana.

Identificación de las áreas de rescate de suelo

Previo a la colecta del suelo se deben definir correctamente los límites de la línea de ceros o área de afectación por la construcción del proyecto. Dicha área se marcará con ayuda de cinta precautoria y estacas, esto con el fin de no exceder las áreas de afectación del proyecto.

Colecta de suelo orgánico

Para llevar a cabo esta actividad se sugiere utilizar maquinaria para la colecta de dicho suelo y utilizar camiones para su traslado a una zona común. El suelo se levantará a una profundidad de 30 cm y se almacenará en un lugar en el cual pueda permanecer inalterado y donde se pueda garantizar que se le puedan aplicar riegos y movimientos leves para aireación.

Una vez almacenado se colocará cinta de seguridad como medida restrictiva de acceso, de ser posible se cubrirá con plástico para evitar su exposición directa al sol.

S2	Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación

Almacenamiento y mantenimiento del suelo orgánico

Una vez almacenado y confinado el suelo orgánico se recomienda que se cubra con hule, se hidrate y se volteé una vez al mes con el fin de evitar que se generen pérdidas de microbiología, oxidación de materia orgánica o erosión por el viento.



Figura 4. Ejemplo de almacenamiento de suelo orgánico.

El material rescatado será almacenado temporalmente bajo condiciones controladas y posteriormente reutilizado en diversas actividades del proyecto, tales como sustrato fértil en las áreas destinadas a reforestación dentro del área de compensación ambiental.

S3	Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	Componente ambiental: Suelo	Impacto ambiental: S-CS2	Tipo de medida: PREV

Durante las actividades del proyecto se emplearán diversos insumos que pueden incluir sustancias químicas como aceites, combustibles, solventes, lubricantes, pinturas y otros materiales de mantenimiento. El almacenamiento y manejo inadecuado de estos productos implica un riesgo significativo de derrames accidentales, los cuales pueden contaminar suelos y afectar la flora y fauna local. Para mitigar este riesgo, es esencial implementar medidas de contención primaria, como la colocación de pallets antiderrame bajo los contenedores de estas sustancias.

Para la selección de los pallets se tomarán las siguientes consideraciones:

- **Capacidad de contención:** Deberán tener una capacidad 30 % mayor del volumen del recipiente que soportan.
- **Materiales de fabricación:** Los materiales que estén fabricados deben ser resistentes a productos químicos, como polietileno de alta densidad, acero inoxidable o materiales compuestos que no se corren ni reacciones con los líquidos almacenados.
- **Contar con una rejilla movible:** Esta rejilla permitirá una fácil limpieza y recuperación del líquido derramado.

Los pallets antiderrames deberán estar colocados en el almacén de residuos. El número de pallets instalados deberá estar en función a los puntos donde pudiese presentarse una fuga o derrame de sustancias químicas.

S3	Colocación de pallet antiderrame en contenedores de sustancias químicas



Figura 5. Ejemplificación de los pallets antiderrames.

S4	Kits antiderrames de sustancias químicas		
Etapa del proyecto: Todas las etapas del proyecto	**Componente ambiental:** Suelo	**Impacto ambiental:** S-CS2	**Tipo de medida:** MIT

Durante el desarrollo de proyectos de infraestructura se utilizan diversas sustancias químicas y combustibles, cuya manipulación, almacenamiento y traslado conlleva el riesgo de derrames accidentales. Estos incidentes pueden generar contaminación del suelo, cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como riesgos para la salud del personal. Por ello, resulta indispensable contar con medidas efectivas, como la instalación de kits antiderrames, que permitan actuar de forma inmediata y minimizar los efectos negativos ante cualquier evento de este tipo. Esta acción se alinea con buenas prácticas de gestión ambiental y protocolos de seguridad.

El kit antiderrame es un conjunto de herramientas e insumos cuya función es ofrecer una respuesta rápida y eficaz en el control y contención de derrames, además evita la generación de pasivos ambientales en el suelo.

Esta medida consiste en la provisión, instalación y uso obligatorio de kits antiderrames en todos los frentes de obra, áreas de mantenimiento de maquinaria, zonas de almacenamiento de combustibles y sustancias químicas, así como en puntos de transferencia o carga de materiales peligrosos. Su objetivo es contener, absorber y limpiar de forma inmediata cualquier fuga o derrame accidental de aceites, combustibles, solventes u otros productos químicos utilizados durante la fase constructiva y de operación del proyecto.

S4	Kits antiderrames de sustancias químicas



Figura 6. Kit antiderrame.

Los kits de derrames deberán contener los siguientes elementos:

1. **Absorbentes:**
   a. **Almohadillas y trapos absorbentes:** estos materiales deben absorber rápidamente los líquidos derramados.
   b. **Rollos y barreras absorbentes:** estos serán utilizados para crear barreras alrededor del derrame, evitando su propagación.
   c. **Polvos absorbentes:** estos serán utilizados para derrames más pequeños y difíciles de alcanzar.

2. **Contenedores de residuos:**
   a. **Bolsas y contenedores de desechos:** estos serán utilizados para la recolección y eliminación segura de los materiales absorbidos y de los residuos.

3. **Equipo de Protección Personal:**
   a. **Guantes:** resistentes a productos químicos para proteger las manos.
   b. **Gafas de seguridad:** para proteger los ojos en caso de salpicaduras.
   c. **Mascarillas respiratorias:** estas se utilizarán para evitar la inhalación de vapores peligrosos.
   d. **Ropa protectora:** como batas, delantales o en su caso trajes tipo C o D para la atención de derrames.

4. **Herramientas de limpieza:**
   a. **Palas y picos:** se utilizan para recoger o remover materiales derramados.
   b. **Escobas y cepillos:** se utilizan para barrer residuos o material que se utilizó para absorber.

5. **Selladores y tapones:**
   a. **Selladores temporales:** se utilizan para el sellado de fugas en contenedores o fugas.
   b. **Tapones y tapaderas:** se utilizan para cerrar y contener fuentes de derrame.

6. **Hojas de Seguridad (HDS):** esta deberá estar disponible por sustancias químicas que se almacenan.

Para el uso de los kits antiderrames se deberá realizar las siguientes actividades:

a. **Evaluar el derrame:**

S4	Kits antiderrames de sustancias químicas

a. Se debe identificar el tipo y volumen del líquido derramado.
b. Evaluar los riesgos inmediatos para la salud, seguridad y protección al ambiente.

b. **Asegurar el área:**
   a. Evacuar y restringir el acceso a la zona afectada.
   b. Colocación de señalización de advertencia para informar a otros trabajadores.

c. **Uso del EPP:**
   a. Colocarse el EPP adecuado antes de acercarse al derrame.

d. **Confinar el derrame**
   a. Usar polvos absorbentes para rodear y contener el derrame evitando su propagación.

e. **Absorber el líquido:**
   a. Se deberá aplicar almohadillas, trapos, o rollos absorbentes sobre el derrame para absorber el líquido.
   b. Recolectar y retirar los materiales absorbentes saturados en bolsas de residuos.

f. **Limpiar y desechar:**
   a. Se deberá limpiar cualquier residuo restante con palas, escobas y cepillos.
   b. Desechar todos los materiales contaminados en contenedores para residuos peligrosos.

Contar con kits antiderrames en puntos estratégicos del proyecto permite una respuesta inmediata y efectiva, reduciendo significativamente la propagación de contaminantes y facilitando su correcta recolección y disposición. Esta medida también contribuye al cumplimiento de las disposiciones de seguridad establecidas en la legislación ambiental y laboral vigente, como las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) relacionadas con el manejo de sustancias peligrosas y la prevención de emergencias ambientales.

S5	Escarificación, descompactación y limpieza del terreno en las áreas donde se ubicaron las obras provisionales, una vez concluidas las actividades de construcción		
Etapa del proyecto: OYM	**Componente ambiental:** Hidrología, Suelo, Paisaje	**Impacto ambiental:** H-HS1, S-ER1, S-EC1, P-CP1	**Tipo de medida:** MIT

Una vez concluidas las actividades de construcción, se llevará a cabo la escarificación, descompactación y limpieza de los terrenos que fueron ocupados temporalmente para obras provisionales. Estas actividades tienen como objetivo restablecer las condiciones físico-químicas del suelo, mejorar su permeabilidad, facilitar la infiltración de agua y permitir el desarrollo de vegetación en procesos de revegetación natural o asistida.

La escarificación consiste en romper las capas compactadas del suelo mediante el uso de maquinaria ligera o manual, mientras que la limpieza implica la remoción de residuos sólidos, escombros y materiales contaminantes que pudieran haber quedado en el área. Estas acciones son fundamentales para garantizar una adecuada recuperación del terreno y mitigar los impactos residuales generados por la ocupación temporal durante la fase constructiva.

Con el fin de descompactar el suelo en las zonas de gran afluencia de vehículos como patios de maniobras, patios de mantenimiento vehicular, caminos de acceso etc., se realizará un subsoleo con tractor. El mismo se debe de realizar a una profundidad mínima de 60.0 cm considerando con ello romper las capas duras superficiales creadas durante el proceso constructivo.

Todo material y residuo producto de la construcción del proyecto debe ser retirado y dispuesta de manera correcta en función de sus características. Culminado esto, será necesario descompactar el suelo una vez que

S5	Escarificación, descompactación y limpieza del terreno en las áreas donde se ubicaron las obras provisionales, una vez concluidas las actividades de construcción

se ha retirado el total de materiales y equipo de todos los frentes de trabajo. Para realizar la descompactación se utilizará un Ripper en todas las áreas liberadas.



Figura 7. Ejemplo de Ripper de suelo compactado.

Concluida dicha actividad se recomienda evitar cualquier paso de maquinaria en la zona y, de ser posible, inducir acciones de revegetación con el fin de recuperar las propiedades de estructura y materia orgánica.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra		
Etapa del proyecto: Construcción	Componente ambiental: Hidrología, Suelo, Cambio climático	Impacto ambiental: H-HS1, S-ER1, S-EC1, C-CA1	Tipo de medida: MIT

La estabilización de terraplenes por medio de geoceldas e hidrosiembra representa una solución integral y sinérgica que ofrece un enfoque multidisciplinar para asegurar la estabilidad del suelo y mitigar la erosión. Esta estrategia no se limita a un solo tipo de intervención, sino que integra lo mejor de dos técnicas complementarias para ofrecer resultados más robustos y duraderos.

A. Geoceldas

Las geoceldas son estructuras tridimensionales de polietileno de alta densidad que se expanden para formar una malla en forma de panal. Este sistema se instala en el talud del terraplén para confinar el suelo y el material de relleno, mejorando así su resistencia y capacidad de carga. Las celdas retienen la tierra, evitando su movimiento lateral y la erosión superficial causada por el agua de lluvia o el viento.

Al formar una capar rígida y resistente, las geoceldas distribuyen las cargas verticales sobre una superficie más amplia, lo que reduce la presión concentrada sobre el subsuelo y minimiza la posibilidad de deformaciones o asentamientos diferenciales. Las geoceldas son flexibles y se adaptan a las irregularidades del terreno. Esta característica las hace ideales para su instalación en terrenos irregulares, donde las soluciones tradicionales serían más costosas y complejas.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra

Las geoceldas ofrecen múltiples ventajas sobre los métodos de construcción tradicionales:

- Mayor estabilidad: Aumentan significativamente la resistencia y estabilidad del suelo, evitando la deformación y el agrietamiento por cargas pesadas.
- Control de la erosión eficiente: Son una solución efectiva y duradera para controlar la erosión en taludes, canales y riberas, protegiendo la infraestructura y el ambiente.
- Reducción de costos: Al permitir el uso de rellenos locales y reducir el espesor requerido de la estructura de pavimentos, se logran ahorros significativos en materiales.
- Sostenibilidad: Disminuyen el impacto ambiental al reducir el consumo de materiales y facilitar la revegetación en terraplenes, lo que ayuda a la conservación de recursos.
- Versatilidad: Pueden rellenarse con una gran variedad de materiales (tierra, grava, concreto), lo que las hace adecuadas para distintos tipos de proyectos y aplicaciones.
- Fácil instalación: Su diseño expandible en forma de acordeón las hace fáciles de transportar e instalar, incluso en terrenos irregulares.
- Durabilidad: Fabricadas con polietileno de alta densidad (HDPE), son resistentes a los químicos, flexibles y duraderas, lo que garantiza una larga vida útil.

B. Hidrosiembra

Mientras las geoceldas proporcionan el soporte mecánico inicial, la hidrosiembra introduce un refuerzo biológico que fortalece la estructura a largo plazo y restaura el ecosistema del terraplén.

La técnica de la hidrosiembra es un método para estabilizar el suelo, previniendo la erosión del terreno, ya que ayuda a establecer una cubierta vegetal, utiliza una mezcla acuosa de semillas, fertilizantes, mulch (mantillo), aglutinantes y otros aditivos para revegetar superficies de terreno, en especial aquellas de difícil acceso o con pendientes pronunciadas. Esta mezcla liquida se proyecta sobre el terreno con maquinaria especializada llamada hidrosembradora.

La mezcla de hidrosiembra, que contiene un mantillo adherente, crea una capa protectora sobre el suelo que evita la erosión por salpicadura, el arrastre por la lluvia y el viento desde el primer momento. La técnica de aspersión permite cubrir grandes superficies de manera rápida y uniforme, incluso en pendientes de difícil acceso. Los nutrientes y el mulch de la mezcla favorecen la germinación y el crecimiento vigoroso de las semillas, estableciendo una cobertura vegetal densa en pocas semanas.

El elemento biológico más importante es el sistema radicular de la vegetación. A medida que las raíces crecen, se entrelazan con el suelo confinado en las celdas, formando una malla orgánica que aumenta la cohesión del suelo, su resistencia al corte y su capacidad para retener la humedad.

Ventajas de la hidrosiembra:

- La vegetación se establece más rápidamente al estar protegida la semilla, se ha observado en algunos proyectos una diferenciación de un 25 % más en rapidez que si se compara la germinación realizada con medios mecánicos o manuales. Gracias a la hidrosiembra, las semillas, y los abonos, se distribuyen uniformemente, y los mulches aseguran condiciones favorables para una rápida germinación.
- Permite una importante precisión en las proporciones de semillas, abonos, estabilizantes, coadyuvantes del terreno, retenedores de humedad, mulches, etc. a utilizar.

S6 | Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra

- Todos los elementos proyectados ayudan a conservar la humedad, absorbiendo incluso la humedad debida al rocío.
- Protección de la semilla frente a la radiación solar directa y las temperaturas extremas.
- Flexibilidad ante los diferentes requerimientos que puede presentar un lugar de actuación.

Procedimiento de colocación de geoceldas

Para instalar una geocelda en un terraplén, se sigue un procedimiento que incluye la preparación del terreno, la colocación de un geotextil, el despliegue y anclaje de las celdas, el relleno y la compactación del material, y la finalización con la revegetación.

1. Afine y limpieza de áreas de trabajo

El primer paso para la colocación de geoceldas consiste en afinar los terraplenes. En esta etapa se nivelan los terraplenes con el fin de dejar una pendiente uniforme y una superficie lo más lisa posible (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.); adicionalmente se retiran restos pétreos de tamaño considerable. Dicha actividad se puede realizar con herramientas manuales (palas, rastrillos, etc.) o maquinaria, dependiendo las dimensiones de superficie a cubrir y el acceso a la misma. Se debe asegurar un drenaje adecuado en la zona de instalación para evitar la acumulación de agua, que podría comprometer la estabilidad.



Figura 8. Preparación del suelo para la instalación de geoceldas.

2. Extendido y anclado de la geocelda

El siguiente paso es la colocación de geoceldas. En esta etapa se extiende la geocelda sobre la superficie y se ancla con varillas en todas las orillas para fijarla (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). La distancia entre anclas puede variar dependiendo la rugosidad de la superficie y se pueden sustituir las varillas por estacas de madera siempre y cuando se rellene adecuadamente la geocelda. Se deben unir los paneles adyacentes con clips, grapas o bridas para asegurar una estructura continua.

S6 | Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra



Figura 9. Extendido de geoceldas.



Figura 10. Anclaje de geoceldas.

3. Relleno de la geocelda

Una vez colocada y fijada la geocelda se procede a rellenarla con tierra sobrante de la zona o bien con sustrato mejorado (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), siempre y cuando la tierra no sea de residuos de escombro o grava. Se deben rellenar las celdas hasta 5 cm por encima de su borde superior.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra



Figura 11. Tierra vegetal utilizada para el relleno de las geoceldas, un componente clave en la estabilización de los terraplenes y la preparación para la hidrosiembra.



Figura 12. Ejemplo de llenado de geocelda.

La colocación de las geoceldas se llevará a cabo, una vez que haya concluido la construcción de las gazas y cabinas remotas y que ya no se esté realizando alguna otra actividad, ya que esto pude modificar la conformación de los terraplenes donde se pretende colocar las geoceldas.

Una vez que se ha terminado con el relleno de las celdas se procede a realizar la hidrosiembra.

S6 | Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra

Procedimiento de la aplicación de la hidrosiembra en las geoceldas

Después de instalar las geoceldas en los terraplenes, el proceso de hidrosiembra se convierte en el método ideal para promover el crecimiento de vegetación. La geocelda actúa como un sistema de confinamiento que retiene el material de la hidrosiembra, impidiendo la erosión y facilitando la germinación y el desarrollo de las raíces.

1. Preparación de la mezcla

- Equipamiento: Se necesita una hidrosembradora, un tanque con agitadores que garantice una mezcla homogénea.
- Componentes de la mezcla: Se elige una mezcla adecuada para las condiciones específicas del proyecto, esta se conoce como "lodo" o slurry y se compone de:
    - Agua: Se carga el tanque de la hidrosembradora con agua limpia hasta la mitad.
    - Semillas: Se seleccionan especies de crecimiento rápido y con raíces profundas que sean compatibles con el clima y el suelo de la zona. Es común usar una mezcla de gramíneas, leguminosas y semillas autóctonas.
    - Suelo biótico/Topsoil (opcional): Un material a base de fibras de madera o turba que mejora la calidad del suelo dentro de las celdas, especialmente si el terraplén tiene suelo de mala calidad. Esto ayuda a nutrir las semillas y retener la humedad.
    - Fertilizantes: Se añaden fertilizantes de liberación lenta para aportar nutrientes esenciales que impulsen la germinación y el crecimiento inicial de las plantas.
    - Mulch (mantillo): Generalmente de fibra de madera, este componente ayuda a proteger las semillas, retener la humedad y actúa como un indicador visual de la cobertura.
    - Adhesivos (Tackifiers): Son polímeros pegajosos que garantizan que el material de la hidrosiembra se adhiera eficazmente a las paredes de las celdas y al suelo, evitando que se desplace por la gravedad o la lluvia.

- Proceso de mezclado: Con la hidrosembradora en marcha, se añaden los componentes en el orden correcto para garantizar una mezcla homogénea y sin grumos (Primero se añade el agua, las semillas y el mulch en el tanque con agitación constante. Finalmente, se agregan los fertilizantes y los aditivos). El agitador del equipo asegura que todo quede bien disperso.

2. Aplicación de la hidrosiembra

- Esparcir de manera uniforme: Con la manguera o pulverizador de la hidrosembradora, se rocía a alta presión la mezcla de forma pareja sobre toda la superficie de las geoceldas.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra



Figura 13. Ejemplo de aplicación de la hidrosiembra.

- Técnica de rociado: La aplicación debe ser controlada y metódica, avanzando de forma ordenada a lo largo del terraplén. El operario debe asegurarse de cubrir toda la superficie, incluyendo la parte superior de las paredes de la geocelda, pero sin excederse para evitar el escurrimiento del material. La mezcla debe quedar ligeramente por encima de las paredes de las celdas para asegurar una buena cobertura.
- Formación de una capa protectora: El mulch verde de la mezcla forma una capa protectora visible que indica las áreas tratadas, protegiendo las semillas de la erosión del viento y de la lluvia, y manteniendo la humedad.

3. Mantenimiento y cuidados posteriores

- Riego regular: Inmediatamente después de la aplicación, es fundamental realizar un riego suave para activar la germinación de las semillas.
- Mantenimiento de la humedad: Durante las primeras semanas, se debe monitorear y regar la zona regularmente para mantener la humedad, especialmente en climas secos, hasta que las plantas estén bien establecidas. La estructura de la geocelda ayuda a retener esta humedad, pero el riego sigue siendo crucial.
- Inspección periódica: Revisar los terraplenes regularmente para detectar zonas con poca vegetación o signos de erosión. Si es necesario, se debe volver a aplicar hidrosiembra en las áreas débiles para asegurar una cobertura adecuada.
- Monitorear la germinación: El tiempo de germinación varía según el tipo de semilla y las condiciones climáticas. La vegetación comenzará a aparecer en pocos días o semanas (Figura 14).
- Evitar el tránsito: Limitar el acceso peatonal y de vehículos sobre la zona recién tratada hasta que la vegetación esté bien establecida.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra



Figura 14. Ejemplo de pasto completamente establecido en las geoceldas colocadas en un terraplén.



Figura 15. Ejemplo de estabilización de terraplén lograda con la aplicación de hidrosiembra sobre geoceldas, mostrando la integración de ambas técnicas para la protección contra la erosión.

Nota: *Los archivos shapes de las superficies a revegetar en los terraplenes se adjunta en el Anexo 20. Superficies a revegetar terraplenes, en los archivos digitales.*

La superficie aproximada a revegetar con la combinación de geoceldas e hidrosiembra es de 4735 m² (equivalente a 0.4735 ha). Esto se determinó a partir del área que ocuparán los terraplenes una vez finalizados las obras de construcción.

La verdadera potencia de esta medida radica en la sinergia entre sus componentes.

- Protección desde el inicio: Las geoceldas ofrecen una protección inmediata y estructural, mientras que la hidrosiembra se encarga de la protección superficial y biológica.
- Solución integral y duradera: La combinación crea una solución que es más robusta que cualquiera de las técnicas por separado. Las geoceldas protegen la vegetación joven de la erosión, y a su vez, la vegetación madura refuerza la estructura de las geoceldas, resultando en una estabilización duradera y autosuficiente.

S6	Estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra
	♦ Restauración ecológica: Esta solución promueve la restauración del paisaje, integrando el terraplén en su entorno natural y fomentando la biodiversidad local. En lugar de un talud de suelo desnudo y vulnerable, se obtiene una pendiente estable y vegetada.

6.2.3 Atmósfera

AT1	Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Suelo, Atmósfera	**Impacto ambiental:** S-ER1, A-CA1	**Tipo de medida:** PREV

Con la intención de minimizar la generación y dispersión de polvo durante las actividades y al mismo tiempo garantizar el uso responsable y legal del recurso hídrico, se establece como medida obligatoria que el riego de las zonas de trabajo y áreas de tránsito de maquinaria se realizará exclusivamente con agua proveniente de fuentes autorizadas, suministrada por distribuidores que cuenten con los permisos correspondientes ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) o la autoridad competente.

La presencia de polvo en suspensión representa un riesgo para la salud del personal, las comunidades cercanas y la fauna local, además de afectar la visibilidad y generar molestias en el entorno. El riego periódico de las superficies de trabajo ayuda a controlar estas emisiones, pero debe realizarse bajo criterios ambientales que eviten la sobreexplotación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos sin autorización.

Para ello, el contratista deberá:

- Contratar el servicio de suministro de agua con empresas debidamente registradas y con documentación vigente que acredite la legalidad de la extracción (facturas, permisos o títulos de concesión).
- Llevar un registro de las entregas de agua, incluyendo volúmenes, fechas y destino del riego, como parte de la bitácora ambiental del proyecto.
- Evitar el uso de agua extraída de canales, escurrimientos o cuerpos de agua locales.
- Asegurar que el riego sea suficiente para controlar el polvo, pero sin generar encharcamientos o escurrimientos innecesarios que puedan causar erosión o arrastre de sedimentos.

La implementación de esta medida permitirá:

- Cumplir con las normas y criterios de calidad del aire (como la NOM-025-SSA1-2021).
- Reducir la exposición a contaminantes del aire y molestias por polvo.
- Prevenir que el polvo se esparza en áreas con vegetación.
- Contribuir a la percepción positiva del proyecto por parte de las poblaciones locales al mantener condiciones más limpias y seguras.

En caso de detectarse el uso de agua no autorizada, se procederá con las acciones correctivas correspondientes y, si es necesario, con la notificación a la autoridad ambiental.

AT2	El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Atmósfera	**Impacto ambiental:** A-CA1	**Tipo de medida:** PREV

Por la construcción de la obra se movilizarán volúmenes de materiales geológicos, como tierra, arena, gravas, balasto y materiales de préstamo, provenientes de bancos autorizados. Esta movilización representa un riesgo ambiental directo si no se controla adecuadamente, ya que el material suelto puede dispersarse por efecto del viento o el movimiento del vehículo, generando emisión de polvo (material particulado), afectaciones a la calidad del aire, riesgos de accidentes viales, y molestias a comunidades cercanas o al entorno natural.

Por ello, se establecerá el traslado del material únicamente en camiones de volteo cubiertos con lonas o mallas especiales, que eviten su dispersión durante el transporte en caminos internos o tramos carreteros cercanos al área de obra.

Para llevar a cabo esta medida se deberán realizar las siguientes actividades:

1. **Selección de camiones adecuados**

   a. **Capacidad y estado:** Asegurarse de que los camiones de volteo seleccionados sean de la capacidad adecuada y se encuentren en buen estado de mantenimiento para el transporte seguro del material geológico.
   b. **Características de seguridad:** Verificar que los camiones estén equipados con características de seguridad necesarias, como frenos eficientes, sistemas de iluminación adecuados y mecanismos de cierre seguro.

2. **Uso de lonas de cobertura**

   a. **Material de la lona:** Utilizar lonas de material resistente y adecuado para cubrir el material geológico, asegurando que sean impermeables y suficientemente robustas para resistir las condiciones climáticas y el desgaste.
   b. **Cobertura completa:** Asegurarse de que las lonas cubran completamente la carga del camión, evitando cualquier exposición del material geológico durante el transporte.

3. **Procedimiento de carga y cobertura**

   a. **Carga segura:** Implementar procedimientos para cargar el material geológico de manera segura y equilibrada en los camiones de volteo, evitando la sobrecarga y distribuyendo el peso de manera uniforme.
   b. **Colocación de la lona:** Se debe asegura la lona sobre la carga, garantizando que esté firmemente sujeta y no pueda soltarse durante el transporte.

4. **Transporte seguro**

   a. **Velocidades adecuadas:** Establecer límites de velocidad adecuados para el transporte de material geológico, reduciendo la posibilidad de derrames o accidentes.
   b. **Rutas seguras:** Planificar rutas de transporte que minimicen el riesgo de accidentes y reduzcan el impacto en áreas sensibles, como comunidades cercanas o ecosistemas frágiles.
   c. **Inspección y mantenimiento:** Realizar inspecciones regulares y mantenimiento de los camiones y lonas para asegurar que estén en condiciones óptimas para el transporte.

5. **Monitoreo y control de emisiones de polvo**

AT2	El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión

a. **Reducción de polvo:** Implementar medidas adicionales para reducir las emisiones de polvo durante el transporte, como la humidificación del material antes de la carga.
b. **Monitoreo de la calidad del aire:** Establecer un sistema de monitoreo de la calidad del aire a lo largo de las rutas de transporte para evaluar y mitigar cualquier impacto negativo en la salud pública y el ambiente.

AT3	Labores de mantenimiento permanente en la maquinaria y los equipos utilizados		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Atmósfera, Cambio climático	**Impacto ambiental:** A-CS1, A-CA2, C-GE1	**Tipo de medida:** PREV

Durante la ejecución del proyecto, se utilizará maquinaria pesada y equipo motorizado de manera intensiva para actividades de desmonte, excavación, acarreo de materiales, entre otras. Estas actividades, al requerir equipos de gran potencia operando durante periodos prolongados, implican un riesgo potencial de fugas de combustibles, aceites o lubricantes, así como emisiones atmosféricas y ruidos por mal funcionamiento.

Por ello, se establece la implementación de una medida orientada a garantizar el mantenimiento continuo, preventivo y correctivo de toda la maquinaria y equipo utilizado en obra. Esta acción forma parte esencial de la estrategia de prevención de impactos ambientales, especialmente en lo relativo a la calidad del aire, suelo y agua, así como a la seguridad operativa y eficiencia energética.

Los equipos, si no reciben mantenimiento adecuado, pueden generar:

- Fugas de combustibles, aceites, grasas o refrigerantes.
- Emisiones atmosféricas contaminantes (material particulado, CO, NOx, hidrocarburos no quemados).
- Ruidos anómalos debido al desgaste mecánico.
- Ineficiencia energética y aumento del consumo de combustibles.

El mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipo en una obra es crucial para garantizar su eficiencia operativa, prolongar su vida útil y mantener condiciones seguras de trabajo.

Algunas de las prácticas de mantenimiento que se deben considerar se mencionan a continuación:

1. Mantenimiento preventivo regular: Implementar un programa de mantenimiento preventivo es fundamental. Esto incluye realizar revisiones periódicas según el calendario recomendado por el fabricante o por las horas de uso acumuladas. Durante estas revisiones se deben verificar y cambiar los filtros de aire, aceite y combustible, inspeccionar el sistema de lubricación, ajustar y apretar conexiones y componentes, y realizar cualquier ajuste necesario.
2. Limpieza y cuidado diario: Es importante mantener la maquinaria y equipo limpios y libres de suciedad y residuos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa al reducir el riesgo de obstrucciones y sobrecalentamientos, sino que también ayuda a prevenir la corrosión y el desgaste prematuro de las partes móviles.
3. Inspección antes de cada uso: Antes de iniciar cualquier trabajo, se debe realizar una inspección visual y funcional detallada de la maquinaria y equipo. Esto incluye verificar niveles de fluidos (aceite, refrigerante, combustible), el estado de las llantas o cadenas (si aplica), frenos, luces, y cualquier otro componente crucial para la operación segura y eficiente.

AT3	Labores de mantenimiento permanente en la maquinaria y los equipos utilizados

4. Reparaciones y ajustes inmediatos: Cualquier anomalía o problema detectado durante las inspecciones debe ser abordado de inmediato. Esto puede implicar reparaciones menores como la sustitución de piezas desgastadas o dañadas, ajustes de sistemas de control y mantenimiento de registros detallados de mantenimiento y reparaciones realizadas.

5. Entrenamiento y capacitación del personal: El personal encargado de operar y mantener la maquinaria y equipo debe recibir entrenamiento adecuado sobre su uso seguro y las prácticas de mantenimiento recomendadas. Esto incluye la operación correcta de los controles, procedimientos de seguridad y técnicas de mantenimiento básicas.

6. Almacenamiento adecuado: Cuando la maquinaria y equipo no esté en uso, debe ser almacenada en un lugar seguro y protegido de las inclemencias del tiempo y de posibles daños. Esto ayuda a prolongar su vida útil y reduce la necesidad de reparaciones costosas debido a daños por almacenamiento inadecuado.

7. Niveles de ruido. Los niveles de ruido deberán ser reducidos mediante el uso de silenciadores adecuados en los equipos motorizados, dispositivos de supresión o amortiguación de ruidos en equipos de ventilación, etc.

8. Se deberá proveer al personal de los elementos que minimicen los efectos producidos por el ruido como son los tapones, orejeras y anteojos protectores de seguridad para la vista.

AT4	Verificación del cumplimiento de los límites de ruido permitidos tanto en el perímetro como en el área de trabajo durante el desarrollo de la obra		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Atmósfera	**Impacto ambiental:** A-CS1	**Tipo de medida:** PREV

Durante el desarrollo de las actividades constructivas del proyecto, se implementarán acciones de monitoreo y verificación del nivel de ruido generado dentro del área de obra como en su perímetro inmediato, con el fin de garantizar que no se sobrepasen los límites establecidos por la normatividad ambiental aplicable, particularmente lo indicado en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que regula los límites máximos permisibles de emisión de ruido en fuentes fijas y su método de medición (en este caso se utiliza el principio de supletoriedad) y de la NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

La maquinaria pesada, los equipos de construcción y el tránsito constante de vehículos pueden generar niveles sonoros que, de no ser controlados, afectarían la calidad de vida de los habitantes cercanos, así como a trabajadores y fauna presente en el entorno.

Por ello, el contratista deberá:

- Realizar mediciones periódicas de niveles de presión sonora en puntos estratégicos, tanto dentro como fuera del área de obra, especialmente cerca de viviendas o zonas sensibles.
- Uso de sonómetros calibrados conforme a la normativa aplicable.
- Utilizar maquinaria en buen estado y con sistemas de silenciadores funcionales, a fin de reducir las emisiones de ruido en la fuente.
- Atender quejas ciudadanas relacionadas con ruido mediante mecanismos de atención ambiental definidos por el proyecto.

AT4	Verificación del cumplimiento de los límites de ruido permitidos tanto en el perímetro como en el área de trabajo durante el desarrollo de la obra

Los resultados de las mediciones deberán quedar registrados en bitácoras ambientales, y en caso de detectarse niveles superiores a los permitidos, se deberán implementar de inmediato medidas correctivas como barreras acústicas temporales, redistribución de actividades o ajustes en horarios de operación.

El control del ruido no sólo responde al cumplimiento normativo, sino que también forma parte del compromiso social del proyecto con las comunidades vecinas y con la protección del entorno sonoro en el que se desarrolla la obra.

AT5	Queda prohibido la realización de fogatas, así como la quema de leña y neumáticos en el área		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	Componente ambiental: Atmósfera	Impacto ambiental: A-CA2, C-GE1	Tipo de medida: PREV

Durante la ejecución de proyectos de infraestructura carretera se requiere la presencia constante de personal en campo, así como la instalación de frentes de obra, zonas de acopio y sitios auxiliares. En este contexto, puede surgir la práctica inadecuada de encender fogatas o quemar residuos (como leña o neumáticos) para calentarse, cocinar, reducir volumen de materiales o incluso como método improvisado de iluminación. Estas acciones representan un riesgo ambiental y de seguridad significativo, especialmente en zonas rurales con vegetación inflamable o condiciones secas.

Por ello, se establece como medida obligatoria la prohibición explícita de estas prácticas en el área de trabajo y sus alrededores, como parte de las estrategias de prevención de incendios, control de emisiones contaminantes y resguardo de la salud del personal y del entorno natural.

Para la implementación de esta medida se deberán realizar las siguientes actividades:

1. **Establecimiento de políticas claras**

   a. Política de prohibición: Establecer una política clara y explícita que prohíba la realización de fogatas, así como la quema de leña y llantas en todas las áreas del proyecto.
   b. Comunicación de la política: Comunicar la política a todos los trabajadores, contratistas y visitantes del proyecto mediante reuniones, boletines informativos y señalización visible.

2. **Señalización adecuada**

   a. Colocación de señales: Instalar señales de "Prohibido hacer fogatas" y "Prohibido quemar leña y llantas" en lugares estratégicos del proyecto, como entradas, áreas de trabajo y zonas comunes.
   b. Diseño de señales: Asegurarse de que las señales sean claras, fácilmente comprensibles y visibles desde una distancia adecuada.

3. **Capacitación y concienciación**

   a. Programas de capacitación: Implementar programas de capacitación para educar a los trabajadores sobre los peligros de las fogatas y la quema de materiales, así como las consecuencias legales y ambientales.
   b. Conciencia ambiental: Promover una cultura de conciencia ambiental, enfatizando la importancia de proteger el entorno natural y la salud de todos los involucrados en el proyecto.

4. **Manejo de incidentes**

AT5	Queda prohibido la realización de fogatas, así como la quema de leña y neumáticos en el área

a. Protocolo de respuesta a incendios: Establecer y comunicar un protocolo claro de respuesta a incendios que incluya medidas de evacuación, contacto con servicios de emergencia y uso de equipos de extinción de incendios.
b. Monitoreo rutinario por parte del supervisor ambiental para verificar el cumplimiento de esta medida.
c. En caso de incumplimiento, aplicación de sanciones administrativas por parte del responsable del proyecto o contratista principal.

Equipos de extinción: Asegurar la disponibilidad y el mantenimiento regular de equipos de extinción de incendios, como extintores y mangueras, en todas las áreas del proyecto.

6.2.4 Vegetación

VE1	Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-DF1, V-DF2, V-CV1, V-CV2	**Tipo de medida:** PREV

Como parte de las acciones orientadas a reducir los impactos sobre el entorno natural durante la ejecución del proyecto, todo el personal involucrado en la obra recibirá capacitación ambiental específica en materia de protección y respeto a la flora silvestre, con énfasis en la identificación y resguardo de especies nativas, endémicas o enlistadas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La vegetación, aunque en su mayoría se encuentra afectada dentro del área del proyecto, cumple funciones ecológicas esenciales en el entorno inmediato, como el control del microclima, soporte de fauna local, protección del suelo y contribución a la biodiversidad. Aun en áreas transformadas por actividades humanas, pueden existir especies nativas o con valor ambiental, cuya alteración accidental puede representar un impacto negativo, especialmente si se trata de ejemplares bajo protección oficial.

La medida contempla:

1. La realización de talleres, pláticas o inducciones ambientales antes del inicio de actividades, impartidas por personal especializado.
2. La entrega de material informativo sencillo y visual, que permita identificar flora relevante o protegida.
3. La instrucción sobre el procedimiento a seguir en caso de encontrar ejemplares con características especiales (por ejemplo, no removerlos, reportarlos al responsable ambiental, o implementar medidas de resguardo temporal).
4. El registro de asistencia y evaluación básica para asegurar la comprensión del contenido.
5. Esta capacitación promoverá una actitud de corresponsabilidad entre el personal de obra y el entorno, fortaleciendo el cumplimiento normativo y la imagen social del proyecto. Fomentar este tipo de conocimiento práctico en el personal de campo permite reducir riesgos de afectación directa a ejemplares valiosos.

VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	Componente ambiental: Hidrología, Cambio climático, Vegetación, fauna, paisaje	Impacto ambiental: H-HS1, C-CA1, V-DF1, V-DF2, V-CV1	Tipo de medida: MIT

La construcción de las gazas complementarias y las cabinas remotas en el entronque Paso del Toro implicará la afectación de **0.74 hectáreas de superficies que conservan vegetación forestal de selva mediana subcaducifolia en estado secundario**. Con el fin de compensar estas alteraciones, se implementarán **acciones de rescate y reubicación de individuos vegetales de árboles y arbustos con una altura menor a 1.50 metros**, localizados dentro de los polígonos de afectación directa.

Las especies a rescatar serán aquellas que cumplan con las siguientes características:

- Individuos jóvenes que puedan ser extraídos con cepellón completo sin daño significativo.
- No deberán tener signos visibles de plagas, enfermedades o deshidratación.
- Tendrán raíces firmes, tallos erectos y hojas completas.
- Altura máxima de 1.50 m para facilitar su manipulación manual o con herramientas simples.
- Deberán ser de importancia ecológica, endémicas, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, resistentes, de fácil manejo y adaptación.
- Priorizar individuos jóvenes permite preservar el acervo genético local, mantener procesos de sucesión ecológica y facilitar el establecimiento de comunidades vegetales en áreas restauradas.

Los individuos rescatados serán reubicados en un polígono delimitado dentro del ANP Estatal denominada **"Tembladeras - Laguna Olmeca"**, este sitio se propuso ya que se encuentra cercano a las áreas donde se rescatarán las especies florísticas, es de fácil acceso, presenta una escasa cobertura vegetal correspondiente a selva mediana subcaducifolia, lo que facilitará las labores de recuperación del lugar, una pendiente favorable para la implementación de obras y degradación que indica que es un área con requerimientos para la restauración.

La reubicación de los individuos contribuirá a mantener funciones ecológicas esenciales, como la protección del suelo, la mejora en la infiltración del agua, el incremento de la cobertura vegetal y el fortalecimiento de la biodiversidad local, aportando así a la restauración ecológica y a la conectividad del paisaje dentro del sistema ambiental.

Las especies propuestas para rescate son las siguientes:

Tabla 4. Especies propuestas para rescatar.

Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	Árbol	Nativa	N/A
Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	Cuachilote	Árbol	Nativa	N/A
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	Nativa	N/A
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huaje	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	Árbol	Nativa	N/A

VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia				
Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Coralillo	Árbol	Nativa	N/A
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Higuerilla	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Morus celtidifolia*	Amacapulín	Árbol	Nativa	N/A
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol	Nativa	N/A
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Ciruelo de paloma	Árbol	Nativa	N/A
Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Árbol	Nativa	N/A
Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulín	Arbusto	Nativa	N/A
Rubiaceae	*Randia monantha*	Papache peludo	Arbusto	Nativa	N/A
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	Arbusto	Nativa	N/A
Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	Arbusto	Nativa	N/A
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de Perro	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Diphysa americana*	Flor de gallito	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Arecaceae	*Attalea butyracea*	Corozo de marrano	Palma	Nativa	N/A

La localización del área propuesta para llevar a cabo la reubicación de los individuos de flora se presenta en la Tabla 5 y Figura 16.

Tabla 5. Coordenadas del punto central del área destinada para la reubicación de los individuos de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Sitio propuesto para la reubicación de flora	Coordenadas UTM zona 14 N	
	X	Y
POL_REU	797688.48	2114682.58

VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia



Figura 16. Localización del área propuesta para la reubicación de los individuos rescatados de flora dentro del ANP Estatal Tembladeras - Laguna Olmeca.

Es importante señalar que el sitio presentado corresponde a una propuesta para la reubicación de individuos de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia; sin embargo, este no es limitativo. La ubicación definitiva del área de revegetación podrá ajustarse o ampliarse en función de los sitios disponibles y las gestiones que realice el constructor o los criterios que establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) durante el proceso de evaluación y autorización correspondiente.

Actividades de rescate

La importancia del rescate radica principalmente en mantener las interacciones ecológicas entre las especies, que si bien, en los últimos años se han visto afectadas por diversas actividades antropogénicas, se requiere llevar a cabo acciones que favorezcan la supervivencia y desarrollo de estas plantas dentro de sus ecosistemas naturales, por lo cual es importante realizar labores de rescate, manejo, reubicación, protección y conservación, por las afectaciones a la vegetación en superficies que albergaran al proyecto, para su incorporación en áreas destinadas a la revegetación con la finalidad de promover la restauración ecológica en esos sitios y recuperar la funcionalidad ecosistémica de zonas degradas.

- **Recorridos de reconocimiento e identificación**

Previo al inicio de la actividad de rescate, el personal será capacitado por el encargado de las acciones, posteriormente se realizarán recorridos en campo para instalar marcas visibles en los límites del área del proyecto, para que el personal visualice fácilmente los individuos que resultaran removidos, evitando así afectar superficies fuera de las pretendidas. Cada brigada se distribuirá a lo ancho de las zonas de afectación, y de manera ordenada recorrerán los sitios que serán aprovechados. Para asegurar el rescate total de los

VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

individuos considerados, se asignará a cada trabajador una línea específica de búsqueda en la zona del proyecto, asegurándose de recorrer, localizar y rescatar los individuos que sean factibles.

- **Rescate**

Antes del rescate de individuos en la superficie del proyecto, se deberán registrar los datos referentes a las características ecológicas relacionadas con la presencia de las especies sujetas al rescate, para que sirvan de referencia en la elección del nuevo hábitat donde serán trasplantadas durante la etapa de reubicación. Los datos y la información para documentar las actividades y que deberán registrarse son:

- Nombre de las especies,
- memoria fotográfica,
- ubicación con GPS,
- y particularmente la orientación que muestran las plantas, esto para conocer su exposición con respecto al sol; con el fin de saber sus condiciones de desarrollo y la manera en que prosperan dichas especies en cada sitio donde sean observadas.

Esto resulta de vital importancia para evitar efectos negativos del ambiente sobre el adecuado desarrollo de las plantas; ya que de no hacerlo podrían llegar a morir, se recomienda que los datos registrados durante la etapa de rescate sean compilados en todo momento en una bitácora de campo.

- **Extracción**

A cada individuo rescatado, se le asignará una etiqueta de identificación con numeración consecutiva, el nombre común o científico. Una vez registrados los datos y marcados los individuos a reubicar, se procederá a su extracción. Se recomienda realizar esta actividad con extrema precaución, con la finalidad de evitar daños en el individuo (raíces o tallos) y así lograr su supervivencia, al evitar la entrada de microorganismos. La extracción y rescate de plantas se realizará de forma manual, utilizando palas, picos, barretas, etc., buscando obtener la planta con cantidad suficiente de tierra en la raíz (cepellón), que le permita implantarse y sobrevivir. En caso de daño en las raíces de las plantas terrestres al momento de su extracción, será necesario mantenerlas durante un período de dos a tres semanas en un área de confinamiento (vivero temporal), para su recuperación y posterior trasplante a los sitios destinados para la reubicación.

El banqueo o extracción, consiste en cavar y cortar las raíces formando un cepellón, de acuerdo al tamaño y a la especie del ejemplar. El cepellón debe tener un tamaño en proporción a la altura y al diámetro del tronco, con una profundidad mínima de 70 cm o más, según el caso. El cepellón se envolverá con material biodegradable, para evitar la exposición de las raíces a la intemperie y su desmoronamiento, plantándose a la brevedad posible. Otra técnica consiste en hacer una zanja alrededor del árbol con el fin de formar una bola o cepellón donde quedarán confinadas las raíces que va a llevar el ejemplar a su nuevo sitio. Depende de la especie, su tamaño y el tipo de suelo. El diámetro de la bola debe ser 9 veces el diámetro del tronco del árbol, medido 30 cm arriba del cuello de la raíz. La profundidad dependerá de la extensión de las raíces laterales; en general se recomienda de 0.75 a 1 metro.

- **Trasplante**

Se entiende como trasplante a la operación de cambiar de lugar un árbol y que esté continúe desarrollándose con normalidad. Deben tenerse en cuenta factores tales como la especie, la condición del árbol, las características del sitio, la época del año y los cuidados posteriores que aseguren su éxito.

Por lo general, los trasplantes se realizan porque en los nuevos proyectos de construcción se encuentran árboles que muchas veces no son compatibles con los propósitos del diseño y deben ser movidos de su sitio. Existen especies de árboles que son más fáciles de trasplantar que otras. Los árboles con raíces someras,

VE2	Rescate y reubicación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

fibrosas, cercanas al tronco, son movidos con mayor éxito que aquellos con pocas y grandes raíces. Los patrones de crecimiento de las raíces son determinados por el suelo, las características propias de su crecimiento y por la misma especie. El éxito es mayor con arbustos que con árboles, con plantas deciduas que con perennifolias y con árboles jóvenes que con los maduros. La condición fisiológica de las plantas que se someten al trasplante es determinante para su supervivencia. Para realizar un trasplante con éxito, es necesario seleccionar individuos sanos y vigorosos, no se deben elegir las plantas con síntomas de marchitamiento por escasez de agua, de desnutrición, así como aquellas que presenten síntomas de enfermedades.

La plantación consiste en la correcta instalación de la planta en el suelo, para realizar esto se da forma a la base del hoyo de plantación para facilitar la colocación y la orientación del ejemplar, la cual deberá coincidir con la que tenía originalmente, sin romper el cepellón ni dañar las raíces y con la ayuda manual que resulte necesaria se coloca el árbol, la superficie de su cepellón deberá quedar nivelada con el suelo circundante. Posteriormente, se retirarán las protecciones del cepellón y se procederá a completar el relleno del hoyo por capas, con una compactación ligera, suficiente para asegurar que no queden bolsas de aire. El ejemplar se regará abundantemente asegurando que se empape el cepellón entero y que se eliminen las bolsas de aire. El árbol trasplantado se fijará en el hoyo de plantación para evitar los movimientos y las rotaciones que producen roturas de las raíces nuevas, hasta que estas aseguren la estabilidad del ejemplar en el nuevo lugar.

VE3	Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión o posible propagación		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Cambio climático, Vegetación	**Impacto ambiental:** C-CA1, V-DF1, V-DF2, V-CV1	**Tipo de medida:** COM

Como parte de las acciones orientadas a la conservación de la diversidad biológica, se llevará a cabo la recolección de germoplasma de especies vegetales presentes en las áreas que serán intervenidas.

Esta medida tiene como objetivo principal preservar el material genético de las especies nativas afectadas, garantizando su disponibilidad para su posterior uso en actividades de revegetación y/o reforestación. Además de contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal, esta acción permite mantener la integridad genética local de las especies, evitando la introducción de material foráneo y fortaleciendo la resiliencia ecológica de los ecosistemas impactados.

Se deberá realizar la colecta de germoplasma de especies nativas, dentro de las superficies forestales **con vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia por afectar (0.74 hectáreas),** previo a la etapa de preparación del sitio, colectando al menos 10 semillas por individuos arbóreo o arbustivo afectado que se encuentre en etapa de fructificación y dispersión. Las especies propuestas para realizar rescate de germoplasma son las que se presentan a continuación, sin embargo, es posible incluir o excluir especies según la disponibilidad de germoplasma.

Tabla 6. Especies propuestas para el rescate del germoplasma.

Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	Árbol	Nativa	N/A
Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	Cuachilote	Árbol	Nativa	N/A
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	Nativa	N/A

VE3	Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión o posible propagación				
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Huaje	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Coralillo	Árbol	Nativa	N/A
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Ficus obtusifolia*	Higuerilla	Árbol	Nativa	N/A
Moraceae	*Morus celtidifolia*	Amacapulín	Árbol	Nativa	N/A
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol	Nativa	N/A
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Ciruelo de paloma	Árbol	Nativa	N/A
Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Árbol	Nativa	N/A
Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulín	Arbusto	Nativa	N/A
Rubiaceae	*Randia monantha*	Papache peludo	Arbusto	Nativa	N/A
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	Arbusto	Nativa	N/A
Fabaceae	*Vachellia campeachiana*	Huinolo	Arbusto	Nativa	N/A
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de Perro	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Diphysa americana*	Flor de gallito	Arbusto /Árbol	Nativa	N/A
Arecaceae	*Attalea butyracea*	Corozo de marrano	Palma	Nativa	N/A

La ubicación de los sitios en los que se colectará el germoplasma será dentro de los polígonos de afectación que presenten este tipo de vegetación.

Tratamiento y almacenamiento de semillas

Una vez colectadas las semillas se realizará la limpieza y separación de semillas viables en el sitio de almacenamiento temporal, mediante una prueba de flotación en agua, en la cual los lotes de semillas de la misma especie se sumergirán para observar las que flotan y las que no flotan, debido a que se sabe que las semillas que flotan en muchos casos no son viables, por lo que se recomienda disecar dichas semillas para comprobar esto. Una vez identificadas las semillas viables se almacenarán y se procederá a la calendarización para su dispersión en los sitios seleccionadas para esta acción.

VE3	Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión o posible propagación

Dispersión de semillas

Una vez colectadas las semillas de las especies que tuvieron disponibilidad durante los trabajos previos al desmonte y almacenadas en el albergue temporal, se recomienda dispersar a inicios de la temporada de lluvias, en el sitio propuesto para la reforestación, mediante la técnica de dispersión al voleo, con la finalidad de acelerar y promover aún más, la recuperación natural de la cobertura vegetal y a la vez de los ecosistemas.

VE4	Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-DF1	**Tipo de medida:** MIT

La construcción del vivero para almacenamiento temporal se establecerá en un área muy cercana a la zona donde se realizará la plantación. Para su funcionamiento se requiere poca infraestructura y la inversión es baja. El vivero será construido con materiales fácilmente removibles una vez finalizado su uso, pudiendo utilizarse madera del derribo, malla sombra para atenuar la incidencia de la luz solar y contar con fácil acceso a suministro de agua. El material con el que se construirá el vivero temporal podrá ser de forma rústica, utilizando madera (tablas, murillo, polines o postes) derivado de la actividad de desmonte y despalme, en caso de no ser posible la obtención de madera producto del despalme será necesaria la adquisición de polines y tablas para la construcción del mismo.

Es importante mencionar, que el vivero deberá ser condicionado a la ecología de las especies propuestas para llevar a cabo la **reforestación en aproximadamente 1.48 ha**, así mismo, se deberán realizar las gestiones y acuerdos necesarios para la renta del terreno y poder construir el área de confinamiento temporal (vivero). Las plantas que serán utilizadas para llevar a cabo la reforestación deberán ser compradas y transportadas al área de vivero temporal, mientras se realizan las acciones de limpieza del sitio donde se ejecutará la plantación.

Las plantas adquiridas para la reforestación y las rescatadas serán resguardadas en esta área, para darle el correcto manejo previo a la plantación, estas plantas serán adquiridas en un vivero comercial cercano al área del proyecto.

Materiales necesarios en vivero

Las principales herramientas con las que deberá contar esta área como las más básicas para poder efectuar todos los puntos descritos se muestran en la Figura 17.

VE4	Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales

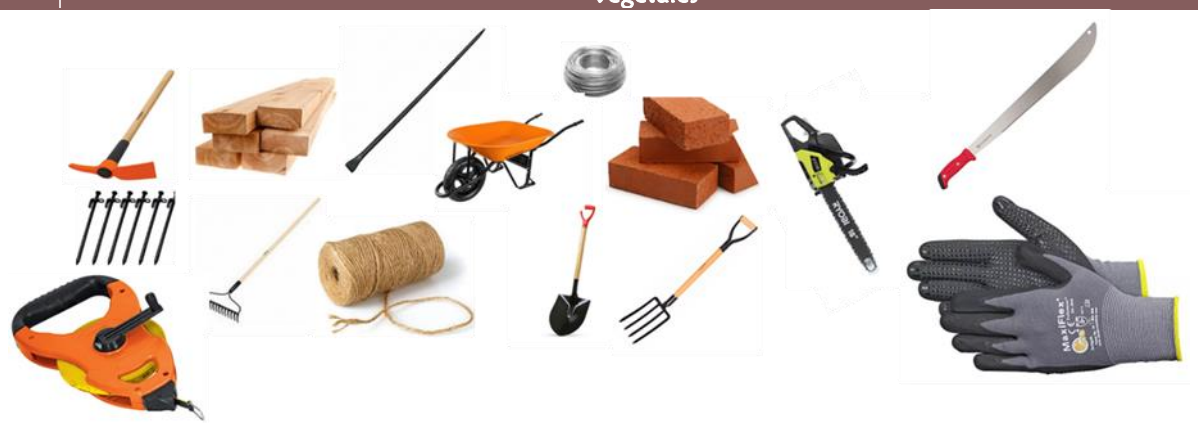


Figura 17. Materiales necesarios.

Criterios que se tomaron en cuenta para la selección del sitio del vivero temporal:

1. Condiciones del terreno

- Topografía plana que facilitará el acceso, el riego y el manejo del vivero.
- Buen drenaje natural, que evitará encharcamientos o acumulación de agua que pudieran afectar el desarrollo de las plantas.

2. Proximidad al área de intervención

- Ubicación relativamente cercana a la zona donde se realizará la reforestación, para facilitar el traslado del material vegetal y reducir costos logísticos.

3. Accesibilidad y conectividad

- Sitio accesible por caminos transitables todo el año, tanto para personal como para transporte de insumos y plantas.
- Situado en el área de influencia del proyecto, pero fuera de zonas sensibles ambientalmente.

4. Espacio suficiente

- Superficie suficiente para instalar:
  - Áreas de producción de plantas (almácigos, contenedores)
  - Espacio de acopio de insumos (sustratos, fertilizantes, herramientas)
  - Sombras, área de riego y manejo

7. Impacto ambiental mínimo

- Es un sitio ya alterado lo que evitara desmontes o afectación a vegetación natural.

VE5	Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años		
Etapa del proyecto: OYM	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-DF1, V-DF2	**Tipo de medida:** MIT

En cumplimiento con los principios de conservación de la biodiversidad, se implementará el monitoreo y mantenimiento de los individuos de flora nativa que sean objeto de reubicación debido a la ejecución del proyecto.

La reubicación de especies vegetales representa una alternativa viable para reducir la pérdida directa de cobertura vegetal y preservar el material genético local. Sin embargo, su efectividad depende en gran medida del seguimiento posterior a su traslado, por lo que se propone un periodo mínimo de **cinco años de monitoreo técnico y mantenimiento adaptativo**.

Esta acción permitirá evaluar la supervivencia, adaptación y desarrollo de los individuos reubicados, así como detectar oportunamente factores de riesgo que comprometan su establecimiento, como estrés hídrico, competencia con otras especies, ataque de plagas o condiciones edáficas desfavorables. Con base en los resultados del monitoreo, se podrán aplicar acciones correctivas específicas, como riego, fertilización, control de maleza o reposición de ejemplares.

De esta forma, se busca garantizar la viabilidad ecológica de los individuos reubicados, contribuir a la conservación de especies nativas y asegurar que la reubicación cumpla con su propósito como medida ambiental efectiva dentro del marco del Sistema Ambiental.

- **Frecuencia de monitoreo y verificación de supervivencia**

Se **realizará el monitoreo de las especies de flora rescatadas y reubicadas en el polígono de reforestación** mediante informes quincenales y mensuales con la finalidad de verificar y garantizar la supervivencia de las especies.

- **Actividades de seguimiento**

Las actividades de mantenimiento se deberán realizar en función de las condiciones de los ejemplares rescatados y las semillas colectadas, para su posterior reubicación y dispersión en los sitios previamente seleccionados. Además, se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento, supervivencia y determinar los requerimientos de las distintas plantas. Se deberá, además, elaborar un calendario de las actividades de rescate que será contemplado con la supervisión, así mismo, se aplicará el formato de "Registro de condiciones de rescate y reubicación de flora" para mantener una bitácora de las condiciones y proponer las actividades de mantenimiento requeridas.

El periodo de las acciones de rescate y reubicación de flora durará 5 años, este periodo consta desde el inicio de las actividades del rescate hasta el establecimiento de las plantas reubicadas. Durante este periodo se llevarán distintas actividades cuyo principal fin es permitir que los ejemplares se establezcan en el nuevo sitio con éxito.

Se deberá verificar periódicamente el estado fitosanitario de las plantas, registrando aspectos de apariencia general, aparición de marcas visibles de daño o eventuales y pérdida de vigor.

Posterior a cada verificación se elaborará un informe, con registro fotográfico de las actividades realizadas. Cabe señalar, que el éxito de las acciones corresponde al 80 % de supervivencia de los ejemplares rescatados

VE5	Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años

y reubicados. A continuación, se presenta un ejemplo de la tabla de registro de indicadores del éxito durante el rescate y reubicación de ejemplares.

Tabla 7. Registro de éxito del rescate y reubicación de flora.

Individuo	Nombre científico o común	Forma de vida	Condición en rescate	Condición en reubicación	Coordenada de rescate	Coordenada de reubicación	Condición final

Descripción de los datos a recabar en el formato:

- Nombre científico o común: Nombres
- Forma de vida: Árbol, arbusto, epifita, cactácea, suculenta y palma
- Condición en rescate: Viva o dañada
- Condición en reubicación: Viva o dañada
- Coordenada de rescate: Indicar coordenadas del sitio o polígono
- Coordenada de reubicación: Indicar coordenadas del sitio o polígono
- Condición final: Buena, dañada o muerta
- En la casilla de daño, se anotará el número de la clave de daño principal en las plantas vivas o la causa de su muerte, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Descripción de los posibles daños en las plantas vivas y causas de muerte.

Clave	Daño	Descripción
1	Ausencia de daño	La planta no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades
2	Daño humano	La planta manifiesta heridas causadas por el hombre
3	Incendios	Presencia de carbonización en tallos o desecación
4	Insectos	Daño causado por insectos
5	Viento	Plantas afectadas a consecuencia de las corrientes de aire
6	Enfermedades	Daños causados principalmente por hongos (deformaciones o protuberancias de los tallos y frutos, así como manchas foliares o clorosis)
7	Roedores	Daños en el tallo, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones
8	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos
9	Agua	Falta de agua
10	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño

- La altura total del individuo se medirá desde la base de la planta hasta la punta del tallo.

VE5	Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años

- El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación del sujeto al medio en que se desarrolla; o bien al conjunto de individuos encontrados vigorosos del total de la plantación, por unidad de espacio/tiempo.

- **Actividades de mantenimiento**

1. Riego periódico
   - Aplicación de riegos manuales o por sistema (cuando sea viable), especialmente durante la temporada seca y en los dos primeros años posteriores a la reubicación.
   - Frecuencia sugerida: semanal en época seca; quincenal en época húmeda (según condiciones climáticas locales).

2. Control de maleza y competencia
   - Eliminación de especies invasoras que impida el desarrollo adecuado de las especies reubicadas.
   - Mantenimiento de un área libre de competencia al menos 50 cm alrededor de cada individuo.

3. Aplicación de fertilizantes orgánicos
   - Incorporación de composta o abonos naturales para favorecer el desarrollo radicular y el estado fitosanitario de las plantas.
   - En caso necesario, aplicación de fertilizantes minerales controlados según análisis de suelo.

4. Poda de formación y saneamiento
   - Realización de podas leves para estimular el crecimiento, eliminar ramas secas o enfermas, y facilitar la estructura natural del individuo.

5. Reposición de individuos muertos
   - Sustitución de plantas que no sobrevivan, manteniendo la misma especie o, en caso necesario, una especie nativa equivalente funcionalmente.
   - Registro de causas de mortalidad y ajustes en las técnicas de manejo.

6. Instalación de tutores o protectores
   - Colocación de estacas o protectores físicos (rejillas, mallas) para evitar daño por viento, fauna, ganado o maquinaria.

7. Revisión de condiciones del sustrato
   - Evaluación periódica del estado del suelo (humedad, compactación, infiltración) para asegurar condiciones adecuadas para el crecimiento.

8. Evaluación de crecimiento y desarrollo
   - Medición de altura, diámetro del tallo, número de hojas, y estado general de cada individuo para evaluar su adaptación al nuevo sitio.

9. Registro y documentación continua
   - Anotación de todas las actividades de mantenimiento realizadas en bitácoras técnicas, incluyendo fechas, personal responsable, insumos utilizados y observaciones.

VE6	Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia		
Etapa del proyecto: Al finalizar la etapa de construcción	**Componente ambiental:** Hidrología, Cambio climático, Vegetación, Fauna, Paisaje	**Impacto ambiental:** H-HS1, C-CA1, V-DF1, V-DF2, V-CV1, F-HA1, F-MO1, P-CP2	**Tipo de medida:** COM

Para compensar la pérdida de cobertura vegetal forestal provocada por las actividades de construcción del proyecto, se ejecutarán acciones de reforestación con especies propias de la selva mediana subcaducifolia, estas han sido seleccionadas por su capacidad de adaptación, su bajo requerimiento hídrico y su importancia ecológica para la recuperación de la biodiversidad, la estabilidad del suelo y la funcionalidad de los ecosistemas, asimismo, el establecimiento de estas promoverá la presencia de fauna local y reducirá el aislamiento de estas poblaciones.

La superficie de vegetación forestal que será afectada por el proyecto corresponde a **0.74 hectáreas**, sin embargo, se determinó una compensación ambiental de 2:1 lo que equivale a una superficie de **1.48 hectáreas**, conforme a lo establecido en el Manual de Restauración Forestal de la CONAFOR (2023), se considera una densidad de plantación de 750 ejemplares por hectárea para ecosistemas de selva mediana subcaducifolia, lo que implica la reforestación de un total de **1110 individuos.**

Esta medida tiene como objetivo no solo compensar la pérdida de cobertura vegetal, sino también contribuir a la restauración ecológica mediante el uso de especies nativas adaptadas a las condiciones locales.

Las especies potenciales propuestas para realizar la reforestación se indican en la Tabla 8:

Tabla 8. Especies propuestas para la reforestación.

Familia	Género-especie	Nombre común	Forma biológica	Origen	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	Árbol	Nativa	N/A
Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	Cuachilote	Árbol	Nativa	N/A
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	Árbol	Nativa	N/A
Fabaceae	*Pithecellobium unguis-cati*	Coralillo	Árbol	Nativa	N/A
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	Árbol	Nativa	N/A
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Árbol	Nativa	Sujeta a protección especial (Pr)
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Caoba	Árbol	Nativa	N/A
Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Árbol	Nativa	N/A

Las acciones de reforestación se llevarán a cabo en un polígono delimitado al interior del **Área Natural Protegida (ANP) Estatal Tembladeras - Laguna Olmeca** el cual se ubica al noreste del Sistema Ambiental (SA). Esta área fue seleccionada porque es de acceso fácil, presenta una escasa cobertura vegetal correspondiente a selva mediana subcaducifolia, lo que facilitará las labores de recuperación del sitio, una pendiente favorable para la implementación de obras y degradación que indica que es un área con requerimientos para la restauración.

La localización del área propuesta para llevar a cabo la reforestación se presenta en la Tabla 9 y Figura 18.

VE6	Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia

Tabla 9. Coordenadas del punto central del área destinada para la reforestación.

Sitio propuesto para la reforestación	Coordenadas UTM zona 14 N	
	X	Y
POL_REF	797688.48	2114682.58



Figura 18. Se muestra el área propuesta donde se llevarán a cabo las acciones de reforestación.

Es importante señalar que el sitio presentado corresponde a una propuesta para la reforestación; sin embargo, este no es limitativo. La ubicación definitiva del área podrá ajustarse o ampliarse en función de los sitios disponibles y las gestiones que realice el constructor o los criterios que establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) durante el proceso de evaluación y autorización correspondiente.

A continuación, se enlistan las características para garantizar una reforestación exitosa.

- Elección de especies nativas: Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras.
- Especies de fácil propagación.
- Preparar el sitio para asegurar una mayor supervivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar previo a la reforestación.

VE6	Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia

- Reforestación con especies resistentes a condiciones limitantes, como baja fertilidad, escases de agua (sequia), suelos compactados, suelos inundables, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Especies de crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica.
- Reforestación en suelo con textura que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo.

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Considerar que las distancias del vivero al área de plantación sean cortas, evitando traslados mayores a 100 kilómetros (km).
- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire.
- Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños.
- Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.

Plantación (incluye fertilización y riego)

- Horario de plantación. Es conveniente que esta se realice en las primeras horas del día; el horario más adecuado es de 6:00 - 11:00 am para evitar estrés en las plantas y desecación de las raíces. Es importante que el terreno ya se encuentre preparado antes de realizar la plantación, se recomienda colocar la planta en el centro con mucho cuidado. Antes de rellenar la planta se debe remover todas las malezas. Una vez sembrada la planta se agregará agua para que la tierra se asiente. Usar el exceso de la tierra para formar un borde de algunas 4 pulgadas de alto alrededor de la cepa de plantación; éste detendrá el agua de riego durante la etapa de establecimiento.
- Apertura de cepas. Esta actividad consiste en la excavación de los sitios en los que serán plantados los individuos a reforestar, las dimensiones de estas estarán dadas con relación al tamaño de la planta y de la bolsa que las contenga. Consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos.
- Hidrogel: Aplicación de hidrogel en los individuos plantados para la retención de humedad en el suelo y así garantizar la supervivencia de los individuos plantados.
- Compra de planta a proveedores. Se deben establecer reglas claras y mecanismos eficientes para surtir de plantas acorde a las especies y época de plantación. También es importante considerar el estado fitosanitario de la planta, tratando de adquirir plantas sanas. De manera complementaria a la reproducción en el vivero temporal se recomienda buscar en invernaderos o viveros cercanos al proyecto.

VE6	Reforestación con especies nativas de selva mediana subcaducifolia

- Densidad de la población. Es importante considerar la distancia de plantación propuesta en el proyecto, para evitar que las especies no compitan por el sol y los nutrientes de manera que perjudiquen su crecimiento.
- Manipulación. Las plantas deben ser tomadas del fondo del contenedor, maceta o caja. Nunca se debe levantar una planta de su tallo o tronco. Esto puede causar que el tronco se salga o arranque de la raíz. Arrastrar las plantas puede también dañar la raíz. Transportar con cuidado las plantas del vivero para evitar daños a las ramas, hojas, corteza y raíz.
- Remoción de contenedores, empaques y ataduras. Los contenedores y empaques siempre deben ser removidos del cepellón justo antes de la plantación para prevenir el desecamiento del suelo. No se debe afectar el cepellón o dañar las raíces cuando se remueve el contenedor o empaque. Cualquier raíz muerta, quebrada, torcida o enredada debe ser cortada con una navaja afilada. Las raíces circulantes requieren ser cortadas en algunos lugares para evitar que se puedan enredar.

VE7	Estará prohibido la introducción de especies exóticas		
Etapa del proyecto: Construcción	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-DF1, V-DF2	**Tipo de medida:** PREV

Durante los procesos de construcción y restauración ambiental asociados a proyectos de infraestructura, existe el riesgo de introducir especies vegetales exóticas (es decir, no nativas del ecosistema local) que pueden alterar el equilibrio ecológico, desplazar especies nativas o generar impactos negativos sobre la biodiversidad y a la degradación de hábitats naturales. Esta medida establece la prohibición estricta de introducir cualquier especie exótica, ornamental o comercial no adaptada ecológicamente a la región, para asegurar la conservación de la integridad ecológica de la zona.

Estas especies a menudo compiten con las especies nativas por recursos como agua, luz solar, nutrientes y espacio. Esta competencia puede afectar negativamente la capacidad de las especies nativas para sobrevivir y reproducirse, algunas de estas pueden alterar funciones ecológicas clave, como la polinización, dispersión de semillas y ciclos de nutrientes.

La prohibición de introducir especies exóticas en las actividades del proyecto se justifica como una medida preventiva clave para evitar alteraciones ecológicas significativas en el Sistema Ambiental. Las especies exóticas, al no tener enemigos naturales en los ecosistemas receptores, pueden comportarse de manera invasora, desplazando especies nativas, modificando ciclos ecológicos y afectando negativamente la estructura y funcionalidad del hábitat. La introducción de especies no nativas puede también alterar la composición florística y dificultar los procesos naturales de sucesión ecológica, comprometiendo la recuperación de los ecosistemas impactados. Además, algunas especies exóticas son altamente demandantes en agua o nutrientes, lo cual puede generar una competencia desfavorable con la vegetación nativa, especialmente en suelos degradados o en recuperación. Su implementación refleja el principio precautorio y fortalece la coherencia ecológica del proyecto en todas sus fases.

Para las acciones de reforestación se proponen únicamente especies propias o nativas de la región, por ningún motivo se ocuparán especies exóticas.

VE8	Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas (reforestación) durante un periodo mínimo de cinco años		
Etapa del proyecto: OYM	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-DF2	**Tipo de medida:** MIT

Como parte de las acciones de compensación derivadas de la remoción de vegetación nativa por la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas, se considera indispensable implementar una medida integral que garantice la supervivencia y adaptación a largo plazo de las especies reforestadas.

Esta medida tiene un enfoque preventivo y correctivo, y se alinea con los principios de restauración ecológica al incluir actividades sistemáticas de monitoreo y mantenimiento durante un periodo mínimo de cinco años. Su propósito es asegurar que las acciones de reforestación no se limiten a la plantación inicial, sino que incluyan un seguimiento técnico riguroso que permita evaluar la efectividad de la intervención, detectar posibles fallas y aplicar medidas correctivas a tiempo.

Con ello, se busca fortalecer la funcionalidad ecológica del área compensada, favorecer el establecimiento de especies nativas y contribuir al restablecimiento gradual del equilibrio ambiental alterado por el desarrollo del proyecto.

Con el objetivo de mantener la densidad vegetal prevista en el diseño de reforestación, será necesario reponer oportunamente las plantas que no sobrevivan. Para ello, se realizarán inspecciones sistemáticas en el sitio de reforestación, abarcando todas las líneas de plantación, con el fin de identificar y cuantificar los ejemplares muertos. Estas revisiones se llevarán a cabo de manera quincenal durante las primeras semanas posteriores a la plantación, periodo crítico para el establecimiento de las especies. La reposición de los individuos muertos se efectuará a la brevedad posible, a fin de evitar que los nuevos ejemplares presenten desventajas significativas frente a los ya establecidos, garantizando así condiciones homogéneas para el desarrollo de toda la cobertura vegetal.

Con el fin de evaluar de manera objetiva la eficacia de las acciones de reforestación, se utilizará como principal indicador cuantitativo el porcentaje de supervivencia de las especies plantadas. Este se calculará mediante la comparación entre el número de individuos vivos y el total de plantas establecidas inicialmente. Un resultado igual o superior al 80 % será considerado como un umbral de éxito, lo que permitirá concluir que las medidas implementadas han sido eficaces en términos de establecimiento y adaptación de la vegetación en el sitio intervenido.

Para la verificación de la supervivencia en la plantación se utilizarán los siguientes indicadores:

- Supervivencia de los ejemplares plantados.
- Supervivencia y establecimiento (80 %). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base al porcentaje de individuos que subsistieron al trasplante.
- Monitoreo bimestral después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la plantación hasta lograr el porcentaje de establecimiento requerido. Esto se llevará a cabo durante 5 años que es el tiempo propuesto para llevar a cabo el mantenimiento de las especies.

Entre los datos que se levantarán en campo destacan los siguientes:

- Calidad de la planta (vigor).
- Adaptación (el grado en que la especie plantada es adecuada al sitio).
- Número de plantas vivas y muertas y causas de muerte de las plantas en campo.

Para medir la supervivencia se propone utilizar la siguiente fórmula:

VE8	Monitoreo y mantenimiento de las especies plantadas (reforestación) durante un periodo mínimo de cinco años

$$Ps\ \%= (n*100)\ /N$$

Donde:
PS= porcentaje de supervivencia
N= número de plántulas sobrevivientes (reproducidas en vivero)
n= número de plantas sembradas

En caso de que la tasa de supervivencia se ubique por debajo del 80 %, se deberán realizar replantaciones hasta alcanzar o superar dicho umbral. Adicionalmente, será necesario llevar a cabo una evaluación detallada para identificar las posibles causas que hayan influido en la mortalidad de las plantas, tales como condiciones edáficas, climáticas, selección inadecuada de especies, o deficiencias en el manejo post-plantación. Con base en los resultados de este diagnóstico, se implementarán las acciones correctivas necesarias para favorecer la recuperación y asegurar el mantenimiento adecuado de la cobertura vegetal reforestada. Los indicadores que se proponen para evaluar la eficiencia de las acciones de reforestación con especies nativas son los siguientes:

- Superficie reforestada (hectáreas).
- Número de plantas reubicadas.
- Supervivencia (80 %).
- Calidad de la planta (Vigor).
- Adaptación (El grado en que la especie plantada es adecuada al sitio).
- Número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte de las plantas en campo. Es importante recabar el dato de número de plantas vivas en el área de reforestación.
- Reporte fotográfico.

La ejecución y duración de esta medida se realizará por 5 años. Este plazo podrá ajustarse en función de las condiciones ambientales observadas, el desempeño de la reforestación y los resultados obtenidos durante las evaluaciones periódicas.

El mantenimiento a largo plazo es esencial para el éxito de los procesos de reforestación y restauración ecológica. Sin este acompañamiento, la tasa de mortalidad de las plantas suele incrementarse significativamente, comprometiendo los objetivos de compensación ambiental. El seguimiento durante al menos 5 años es un estándar adecuado para consolidar la cobertura vegetal, permitir la regeneración natural y asegurar la integración funcional del sitio restaurado al paisaje.

VE9	Instalación de letreros permanentes que refuercen el cuidado de la flora silvestre, así como la prohibición de encender fogatas, quemar leña o fumar en el área		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción, OYM	**Componente ambiental:** Vegetación	**Impacto ambiental:** V-CV2	**Tipo de medida:** PREV

Con el objetivo de evitar riesgos de incendios y otros impactos negativos sobre el ambiente durante las fases de construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas, se propone la instalación de letreros informativos y disuasivos en las áreas del proyecto. Estos letreros tendrán un carácter permanente y estarán ubicados estratégicamente en puntos de acceso y áreas vulnerables, reforzando la prohibición de encender fogatas, quemar leña o llantas, así como fumar en el área.

La presencia de estos letreros actuará como una medida preventiva para evitar conductas que puedan comprometer la seguridad del entorno natural, particularmente en zonas cercanas a vegetación forestal y

VE9	Instalación de letreros permanentes que refuercen el cuidado de la flora silvestre, así como la prohibición de encender fogatas, quemar leña o fumar en el área

áreas sensibles que puedan ser susceptibles a incendios. Además, se garantizará que los letreros sean visibles y claros, con mensajes que utilicen iconografía estándar y textos concisos para asegurar la comprensión por parte de todos los trabajadores y visitantes.



Figura 19. Iconografías que se emplearán en los letreros.

6.2.5 Fauna

FA1	Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	Componente ambiental: Fauna	Impacto ambiental: F-DF1, F-PF1	Tipo de medida: PREV

Con el propósito de minimizar los impactos negativos sobre la fauna silvestre durante la ejecución del proyecto, todo el personal involucrado en las actividades de obra recibirá capacitación ambiental específica enfocada en el respeto y protección de la fauna local. Esta capacitación estará orientada a fortalecer la conciencia ambiental y el conocimiento técnico-práctico necesario para identificar y manejar adecuadamente las especies que puedan encontrarse en el área, con especial atención en aquellas que son nativas, endémicas o que se encuentran protegidas bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La capacitación incluirá:

- Información sobre la biodiversidad local, con énfasis en las características, importancia ecológica y estatus de conservación de la fauna regional.
- Reconocimiento visual y características básicas de las especies más comunes y de aquellas consideradas bajo alguna categoría de protección oficial.
- Procedimientos para el manejo responsable en campo, que eviten daños directos a la fauna, incluyendo protocolos de reporte ante avistamientos y acciones a seguir ante la presencia de animales heridos o en situación de riesgo.
- Sensibilización sobre la importancia de la conservación de la fauna y sus hábitats, y el impacto que las actividades humanas pueden generar si no se adoptan medidas preventivas adecuadas.

La capacitación se impartirá mediante:

FA1	Charlas de concientización para la protección de la fauna silvestre

- Talleres presenciales o virtuales antes del inicio de obra y sesiones de actualización periódicas.
- Material didáctico ilustrativo, como guías rápidas, fichas de especies y carteles informativos distribuidos en el sitio de trabajo.
- Evaluaciones básicas para asegurar la comprensión y compromiso del personal.

Esta medida busca que el personal no solo cumpla con las disposiciones legales, sino que también adopte una actitud proactiva de protección y respeto hacia la fauna, promoviendo prácticas responsables que contribuyan a la mitigación de impactos ambientales y al mantenimiento de la biodiversidad en el área del proyecto.

FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Fauna	**Impacto ambiental:** F-DF1, F-PF1	**Tipo de medida:** MIT

Previo al inicio de la remoción vegetal, limpieza o movimiento de tierras, y durante el desarrollo de la obra, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre que pudiera encontrarse dentro del área de intervención del proyecto. Estas acciones tienen como propósito reducir al mínimo la mortalidad de organismos y mitigar la perturbación a la fauna local, especialmente en aquellas zonas con vegetación aislada donde algunas especies puedan refugiarse temporalmente.

Dado que el entorno del proyecto se encuentra fragmentado y alterado por infraestructura vial y asentamientos humanos aislados, la fauna silvestre en la zona presenta baja diversidad; sin embargo, se han registrado principalmente aves, pequeños mamíferos y reptiles, cuya movilidad puede verse limitada ante el avance de maquinaria. Por ello, se implementarán medidas que aseguren su integridad física y su traslado a sitios apropiados fuera del área de influencia directa.

Esta medida incluye:

- La ejecución de recorridos previos de inspección y ahuyentamiento pasivo, realizados por personal capacitado en manejo de fauna.
- El rescate manual o con trampas seguras de ejemplares que no hayan podido salir por sus propios medios.
- La liberación de los organismos en sitios previamente identificados como hábitats similares, dentro de áreas naturales cercanas, alejadas de la zona de obra, y fuera de riesgo.
- El registro fotográfico y documental de cada acción de rescate, incluyendo especie, número de individuos, ubicación y destino de reubicación.

Descripción de las acciones de ahuyentamiento

Con la finalidad de alejar a los individuos faunísticos que se encuentran de manera natural en los sitios de trabajo, se deberán conformar brigadas dirigidas por un Biólogo y ayudantes generales, quienes, previo al inicio de cada jornada laboral, así como antes y durante los procesos constructivos de la obra, implementarán recorridos constantes y acciones de ahuyentamiento sobre el derecho de vía, en la zona de influencia del proyecto y frentes de trabajo.

Para ello, se podrán aplicar estímulos auditivos como la generación de ruido mediante gritos, silbidos y emisiones sonoras producidas por un megáfono, dichas acciones permitirán dispersar a la fauna fuera del

FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie

sitio de los trabajos hacia zonas más seguras, principalmente aquellas especies con una notable capacidad de desplazamiento. Cabe mencionar que, particularmente el grupo de las aves reacciona positivamente a los estímulos auditivos, de tal manera que, los individuos de este grupo tienden a alejarse a una distancia notable fuera de los frentes de obra, una vez que se implementan dichas acciones.

Aunado a las acciones de ahuyentamiento, se aplicarán movimientos constantes sobre la vegetación como medida de amedrentamiento. Estas actividades se efectuarán en distintas horas del día, evitando con ello que la fauna ahuyentada retorne nuevamente al sitio de los trabajos. Asimismo, de manera previa a las acciones de ahuyentamiento, se deberá tomar registro de las especies presentes en los sitios de los trabajos, utilizando guías de campo, binoculares, cámara fotográfica, bitácora de campo, así como el material adicional que el especialista considere necesario para el desarrollo de dicha actividad.

Descripción de las acciones de rescate

Previo a las actividades consideradas durante la etapa de preparación del sitio del proyecto (derribos y despalme), se realizarán recorridos para la búsqueda exhaustiva de fauna silvestre susceptible de rescate, así como para la implementación de acciones de ahuyentamiento de aquellas especies que presenten una notable capacidad de dispersión (aves y mamíferos de talla mediana).

Asimismo, en el caso de las especies de mamíferos susceptibles de rescate, se colocarán trampas de captura, mismas que serán colocadas en los accesos o cerca de las madrigueras que sean identificadas dentro de las superficies que serán intervenidas durante las etapas de preparación del sitio. Durante la etapa de construcción del proyecto, se recomienda complementar las acciones de ahuyentamiento de mamíferos silvestres de talla mediana, con la colocación de trampas de captura (Tomahawk), así como dar continuidad a las acciones de captura (rescate) de pequeños mamíferos que reincidan en la superficie de afectación, utilizando trampas tipo Sherman.

Con la finalidad de favorecer el éxito de captura y la posterior reubicación de los ejemplares, se colocarán atrayentes (cebo) a las trampas en comento, mismas que deberán ser colocadas entre las 18:00 y 19:00, y revisadas en las primeras horas del día (6:00 a.m.), esto con la finalidad de reducir el tiempo de encierro de los organismos capturados y con ello el estrés de los mismos. El material utilizado para la elaboración de atrayentes (cebo) quedará a criterio de la experiencia del especialista.

Descripción de las acciones de reubicación

Con la finalidad de evitar y/o reducir episodios de estrés en los ejemplares capturados, dichos organismos deberán ser liberados el mismo día de captura. Asimismo, derivado de los trabajos de muestreo en campo se proponen un sitio para la reubicación de la fauna silvestre rescatada, ubicado a una distancia de 3.8 km del área de influencia. La superficie propuesta, se caracteriza por presentar un cuerpo de agua cercano, así como cobertura vegetal que, de manera conjunta favorecerán la sobrevivencia de los ejemplares reubicados.

Para el traslado de los ejemplares producto del rescate se deberán considerar en todo momento el trato digno a la fauna durante su manejo y reubicación, esto con la finalidad de evitar cualquier daño físico a los ejemplares, mismo que pudiera afectar la supervivencia post reubicación de los organismos.

Al respecto, durante la captura, manejo y reubicación de anfibios, estos no podrán ser capturados con las manos desnudas, para ello se deberán utilizar guantes limpios y nuevos (látex o nitrilo) siempre que se realice cada una de las capturas, posteriormente los ejemplares podrán ser trasladados a los sitios de reubicación en bolsas ziploc limpias y nuevas, esto con la finalidad de evitar la propagación de hongos y/o

FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie

bacterias entre los individuos rescatados. Por lo tanto, una vez utilizados los guantes y bolsas ziploc, estos deberán ser desechados después de cada uno de los rescates. En cambio, los reptiles podrán ser trasladados en bolsas de manta reutilizables (limpias) a los sitios de reubicación.

Los mamíferos, por el contrario, podrán ser transportados a los sitios de reubicación dentro de las trampas de captura, cubriendo las trampas con tela para reducir el estrés de los organismos durante el traslado y reubicación, cabe resaltar que, al cubrir las trampas, se reduce la incidencia directa tanto de los rayos del sol como de las inclemencias del tiempo, priorizando en todo momento el traslado inmediato al sitio de liberación final.

Se presenta a continuación la ubicación y las coordenadas UTM zona 14 N, DATUM WGS84 del sitio posible para la reubicación de los ejemplares de fauna silvestre (Tabla 10 y Figura 20).

Tabla 10. Coordenadas UTM de los vértices del polígono propuesto para la reubicación de fauna silvestre.

Núm.	Coordenadas UTM zona 14 N	
	X	Y
1	159256.08	2110822.45
2	159021.17	2110831.95
3	158858.60	2110855.18
4	158871.29	2111036.97
5	158827.29	2111313.64
6	158826.75	2111392.30
7	158922.41	2111412.13
8	158978.07	2111421.21
9	159069.49	2111419.35
10	159179.92	2111385.43
11	159247.70	2111357.80
12	159350.37	2111333.32
13	159397.51	2111317.73
14	159489.06	2111282.69
15	159477.73	2111094.93
16	159494.10	2110948.28
17	159498.74	2110910.33
18	159497.89	2110886.02

FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie



Figura 20. Polígono propuesto para la reubicación de los ejemplares de fauna silvestre.

Cuidados durante el traslado de fauna silvestre rescatada

Para asegurar el éxito de la reubicación y minimizar el estrés o mortalidad de los ejemplares de fauna silvestre rescatados durante las actividades del proyecto, se implementarán una serie de protocolos de manejo y traslado, con especial atención a la distancia entre el área de rescate y el sitio de liberación. Las medidas incluyen:

1. Contención adecuada y segura

- Las especies serán colocadas en contenedores individuales o compartidos, según la especie, tamaño y comportamiento (evitando mezclar especies o individuos agresivos).
- Las cajas, jaulas o recipientes deben ser ventilados, opacos y acolchados en su interior si es necesario, para reducir el estrés por manipulación y movimiento.

2. Reducción del estrés

- El manejo será realizado por personal especializado, minimizando el contacto humano y la exposición a ruidos fuertes, luz intensa o manipulación innecesaria.
- Se evitará el traslado en horas de mayor calor (preferentemente al amanecer o al atardecer), para prevenir golpes de calor o deshidratación.
- En caso de especies nocturnas, se evitará la liberación durante el día.

FA2	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie

3. Hidratación y condiciones térmicas

- Se asegurará que los ejemplares permanezcan hidratados y en condiciones térmicas estables, utilizando paños húmedos, recipientes con agua o acondicionamiento térmico si se requiere.
- En trayectos largos, se programarán paradas de revisión para asegurar su bienestar.

4. Planificación logística del traslado

- Se emplearán rutas logísticas seguras y directas para reducir el tiempo de transporte.
- El equipo de traslado contará con un inventario de los ejemplares, hojas de registro por individuo y guías de liberación según el plan de reubicación autorizado.

5. Liberación en un sitio apto

- El sitio apto de liberación cuenta con condiciones ecológicas compatibles con la especie: hábitat disponible, baja presencia de depredadores, acceso a alimento y cobertura vegetal.
- La liberación será supervisada, evitando soltar a todos los ejemplares en un mismo punto para reducir competencia y estrés entre ellos.

Estas actividades deberán ser coordinadas por un especialista en fauna o el responsable ambiental del proyecto, y se ejecutarán conforme a lo establecido por la normatividad vigente, incluyendo lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y, en su caso, bajo autorización de la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT) si se detectaran especies bajo alguna categoría de protección.

La correcta implementación de esta medida evita afectaciones innecesarias a la fauna nativa, promueve el cumplimiento legal y ético del proyecto, y refuerza el compromiso ambiental con la conservación de los recursos biológicos presentes en el sitio de intervención.

FA3	De detectarse nidos activos, se procederá al marcaje del árbol o árboles hospederos, para su monitoreo hasta el abandono del nido por parte de las crías		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	Componente ambiental: Fauna	Impacto ambiental: F-PF1	Tipo de medida: PREV

Durante las actividades de preparación del sitio y remoción de vegetación asociadas al proyecto, se implementará un protocolo para la detección, marcaje y monitoreo de nidos activos de aves silvestres, con el fin de evitar la afectación directa a la fauna local.

El objetivo es proteger la fauna silvestre local, particularmente a las aves en etapa de reproducción y desarrollo, evitando impactos directos sobre nidos activos y promoviendo un enfoque de conservación en el desarrollo del proyecto.

En caso de que se identifiquen nidos activos (con presencia de huevos o crías), se procederá conforme a lo siguiente:

1. Marcaje del árbol o árboles hospederos mediante señalización visible (cinta de advertencia, letreros u otro método no invasivo), para evitar su remoción o intervención.

FA3	De detectarse nidos activos, se procederá al marcaje del árbol o árboles hospederos, para su monitoreo hasta el abandono del nido por parte de las crías

2. Registro de ubicación georreferenciada, especie observada (si es posible su identificación), y estado del nido.
3. Implementación de un monitoreo periódico por parte del responsable ambiental del proyecto, con el fin de verificar la permanencia de las crías y el momento de su abandono del nido.
4. Suspensión temporal de cualquier actividad que implique la remoción del árbol o modificación directa de su entorno inmediato, hasta que el nido sea abandonado de forma natural.
5. Una vez confirmado el abandono del nido, se podrá proceder a la intervención del área conforme al plan de obra autorizado.

Este procedimiento estará alineado con lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, así como con las buenas prácticas de manejo de fauna durante obras de infraestructura.

FA4	Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Fauna	**Impacto ambiental:** F-DF1, F-PF1	**Tipo de medida:** PREV

Durante la etapa de construcción del proyecto, las actividades se llevarán a cabo exclusivamente en horarios diurnos, con el objetivo de reducir la perturbación a la fauna silvestre presente en la zona, en particular a las especies de hábitos nocturnos o crepusculares.

Se busca proteger a las especies de fauna silvestre del área de influencia del proyecto mediante la reducción de perturbaciones generadas por actividades humanas fuera del horario diurno, fomentando así una ejecución de obra más armoniosa con el entorno ecológico.

La jornada laboral se establecerá de manera que las labores de maquinaria pesada, uso de herramientas, tránsito de vehículos y presencia humana en el sitio se limiten al periodo comprendido entre las 7:00 y las 18:00 horas, evitando así generar ruido, luz artificial y otras formas de alteración durante los horarios de actividad natural de la fauna.

Esta medida contribuye a:

- Disminuir el estrés y desplazamiento forzado de la fauna local.
- Reducir el riesgo de atropellamiento o afectación directa a animales que se movilizan durante la noche.
- Evitar la alteración de patrones de comportamiento natural, como alimentación, reproducción y descanso.

El cumplimiento de esta medida será verificado por el responsable ambiental del proyecto, quien podrá incluirla dentro del programa de seguimiento ambiental.

FA5	Estará prohibido la introducción de especies exóticas		
Etapa del proyecto: Construcción	**Componente ambiental:** Fauna	**Impacto ambiental:** F-PF1	**Tipo de medida:** PREV

Durante los procesos de construcción y restauración ambiental asociados a proyectos de infraestructura, existe el riesgo de introducir especies animales exóticas (es decir, no nativas del ecosistema local) que pueden alterar el equilibrio ecológico, desplazar especies nativas o generar impactos negativos sobre la biodiversidad.

FA5	Estará prohibido la introducción de especies exóticas

Durante todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) estará estrictamente prohibida la introducción o liberación de especies exóticas invasoras de fauna, en el área de influencia del proyecto.

El objetivo es evitar la alteración de la biodiversidad y la integridad ecológica del sitio del proyecto mediante el control estricto de especies exóticas que puedan representar un riesgo ambiental para los ecosistemas locales.

Esta medida se implementará con el fin de prevenir alteraciones ecológicas, competencia desleal con especies nativas, desplazamiento de fauna local, y posibles impactos sobre los procesos ecosistémicos.

Se tomarán las siguientes acciones específicas:

- No se permitirá el ingreso de animales domésticos o de compañía (perros, gatos, aves, etc.) al área de obra.
- El personal será informado sobre esta restricción como parte del plan de capacitación ambiental.

Esta medida está fundamentada en lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre, así como en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el Acuerdo por el que se publica la lista de especies exóticas invasoras para México, emitido por la SEMARNAT.

FA6	Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción, OYM	**Componente ambiental:** Fauna	**Impacto ambiental:** F-DF1, F-PF1	**Tipo de medida:** PREV

Se colocarán señalamientos permanentes en la zona del proyecto para advertir a los conductores de la posible presencia de fauna en la autopista, promoviendo la reducción de la velocidad y, por ende, disminuir las colisiones que resultan en la muerte de individuos y la posibilidad de accidentes graves para las personas. Además, la instalación de letreros fomentará una mayor conciencia ambiental y la conservación de la biodiversidad local, indicando a los usuarios la importancia de respetar el hábitat de las especies y su derecho a transitar de forma segura. Los señalamientos permanentes se establecerán en las secciones más relevantes del entronque Paso del Toro.

Protección de la fauna:

- Conservación de especies:
  Las señales ayudarán a proteger a las especies locales, especialmente en los hábitats naturales que se cruzan con el entronque Paso del Toro.
- Creación de conciencia:
  Se fomentará una mayor comprensión y empatía hacia la fauna, incentivando un comportamiento más responsable y respetuoso con su entorno.
- Conservación de ecosistemas:
  Al proteger a la fauna, se contribuye a mantener la salud y el equilibrio del ecosistema, permitiendo que las especies continúen sus ciclos de vida sin interrupciones.

Por qué debe ser permanente

- Detección y hábitos:

FA6	Instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local del sitio

La presencia de fauna no es un evento único; las especies tienen patrones de desplazamiento, y la señalización permanente asegura que los conductores estén siempre advertidos en áreas donde estos patrones son más comunes.

- Mantenimiento de la conciencia: Una señal permanente refuerza constantemente la necesidad de cuidado, asegurando que la información no se olvide ni se descarte, promoviendo una cultura de respeto por la vida silvestre a largo plazo.
- Se deberá considerar lo establecido en el Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras (2023) de la SICT, de acuerdo con el manual, la señal preventiva utilizada deberá ser la SP-48 Fauna Silvestre, los pictogramas recomendados y aprobados por la Dirección de General de Servicios Técnicos de la SICT son los que señala la Figura 21.

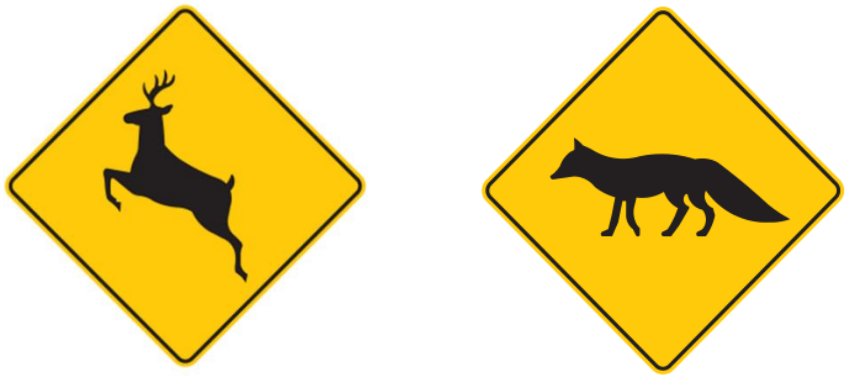


Figura 21. Pictogramas correspondientes a la señal preventiva SP-48 Fauna Silvestre.

Se utiliza para indicar a los conductores de vehículos los sitios o zonas donde existe la posibilidad de presencia de fauna silvestre sobre la vía. El pictograma se usa para representar de manera general a las diferentes especies de fauna silvestre. Debe complementarse con la señal SIR-7 Recomendación o indicación.

SIR-7 Recomendación o indicación

Se utiliza para indicar a los usuarios determinadas disposiciones o recomendaciones que deben observar durante su recorrido por las vías, puede colocarse como señal baja o elevada.

Se debe procurar que la leyenda contenga máximo cuatro palabras por renglón y, en ningún caso, más de dos renglones. Los textos pueden hacer referencia a múltiples situaciones a criterio de la autoridad responsable de la vía.

6.2.6 Paisaje

PA1	Retiro inmediato de materiales producto de la construcción		
Etapa del proyecto: Construcción	**Componente ambiental:** Suelo, Paisaje	**Impacto ambiental:** S-RE1, P-CP1	**Tipo de medida:** MIT

Para evitar la acumulación innecesaria de materiales de construcción en el sitio de obra y minimizar los impactos ambientales derivados de su almacenamiento prolongado, todos los materiales serán retirados de inmediato una vez finalizada su utilización en cada etapa del proyecto. Esta medida es esencial para mantener las áreas de trabajo limpias, reducir riesgos de contaminación del suelo y agua, y prevenir la proliferación de residuos sólidos que puedan afectar la fauna, flora y comunidades cercanas.

PA1	Retiro inmediato de materiales producto de la construcción

El retiro oportuno de materiales incluye:

- El traslado inmediato de restos de materiales sobrantes, empaques, envases y otros elementos hacia los sitios autorizados para su almacenamiento, reutilización, reciclaje o disposición final.
- La limpieza diaria de los espacios donde se realicen actividades de construcción para evitar la dispersión de residuos al entorno.
- La coordinación con las brigadas ambientales para supervisar que el retiro se realice conforme a los lineamientos ambientales y normativos aplicables.

Esta práctica contribuye a:

- Minimizar riesgos de contaminación por derrames accidentales o deterioro de materiales.
- Reducir la posibilidad de accidentes laborales o para la población por la presencia de objetos no asegurados.
- Facilitar la movilidad dentro del sitio de trabajo, evitando obstáculos y zonas congestionadas.

El responsable ambiental del proyecto será el encargado de verificar el cumplimiento estricto de esta medida y de promover una cultura de manejo responsable de materiales entre todos los colaboradores, garantizando así que el proyecto avance con orden, seguridad y respeto al entorno natural y social.

PA2	Limpieza periódica durante el proceso constructivo, al finalizar la obra y durante la operación de las gazas		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción, OYM	**Componente ambiental:** Suelo, Paisaje	**Impacto ambiental:** S-CS1, S-CS2, S-CS3, P-CP1, P-CP2	**Tipo de medida:** MIT

La implementación de jornadas de limpieza periódica a lo largo del ciclo de vida del proyecto es esencial para mantener condiciones ambientales adecuadas y evitar impactos acumulativos o residuales en el entorno del Sistema Ambiental (SA), asimismo, es crucial por cuestiones de seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo.

Durante el proceso constructivo:

1. Control de residuos:
   - Desde el inicio de la obra, se debe implementar un sistema para recolectar y desechar adecuadamente los residuos generados por la construcción, como cemento sobrante, madera, etc.
   - Se deben designar áreas específicas para almacenar estos materiales y asegurarse de que estén claramente marcadas y organizadas.
2. Limpieza de áreas de trabajo:
   - Regularmente, se debe limpiar y despejar las áreas de trabajo para mantener un entorno seguro y ordenado para los trabajadores y otros equipos de construcción.
   - Esto incluye remover herramientas y equipos innecesarios, así como asegurar que las áreas de paso estén despejadas para evitar accidentes.
3. Control de polvo y sedimentos:

PA2	Limpieza periódica durante el proceso constructivo, al finalizar la obra y durante la operación de las gazas

- Durante actividades que generen polvo, como los cortes o la excavación, es importante utilizar métodos para minimizar la dispersión de polvo, como sistemas de agua para supresión de polvo y contratación de pipas.

4. Inspecciones regulares:

   - Realizar inspecciones periódicas para identificar áreas que requieran limpieza inmediata, especialmente después de actividades que generen desorden o residuos.

Al finalizar la obra:

1. Limpieza general del sitio:

   - Se realizará una limpieza exhaustiva de todas las áreas de construcción, incluyendo zonas internas y externas.
   - Se retiran todos los residuos y materiales sobrantes del sitio, asegurando que no queden restos que puedan representar riesgos para la seguridad o el ambiente.

2. Reciclaje y disposición adecuada:

   - Separar los materiales reciclables de aquellos que deben ser desechados de manera segura.
   - Cumplir con las normativas locales y ambientales para la disposición final de residuos, utilizando servicios de eliminación autorizados según sea necesario.

3. Revisión de la calidad del trabajo de limpieza:

   - Realizar una revisión final para asegurar que todas las áreas estén limpias y en condiciones aceptables según los estándares establecidos y las normativas.

4. Documentación y cierre:

   - Documentar el proceso de limpieza final.
   - Retirar cualquier señalización o barrera temporal utilizada durante la construcción.

La limpieza del sitio es esencial para mantener estándares de seguridad elevados, minimizar el impacto ambiental y proporcionar un entorno profesional y limpio para todos los involucrados en el proyecto.

PA3	Actividades limitadas al área del derecho de vía DDV		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción, OYM	**Componente ambiental:** Suelo, Fauna, Paisaje	**Impacto ambiental:** S-RE1, S-ER1, S-EC1, F-HA1, P-CP2	**Tipo de medida:** PREV

La delimitación precisa del área del Derecho de Vía (DDV) constituye una herramienta esencial para reducir los impactos ambientales derivados de obras de infraestructura como las carreteras. Esta medida tiene como propósito restringir todas las actividades de construcción, operación y mantenimiento exclusivamente dentro del DDV, con el fin de evitar afectaciones innecesarias a ecosistemas aledaños y vegetación secundaria, asegurando al mismo tiempo una gestión ordenada del territorio durante todas las fases del proyecto.

Durante la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas, es esencial mantener todas las actividades constructivas, logísticas y de acopio dentro de los límites del derecho de vía previamente

PA3	Actividades limitadas al área del derecho de vía DDV

definido. Esta delimitación busca prevenir la expansión no autorizada de frentes de obra hacia áreas naturales o zonas con valor ambiental o social. La medida se aplicará a todas las fases del proyecto, incluyendo la instalación de almacenaje de materiales, movimientos de tierra y circulación de maquinaria

La ejecución del proyecto requiere un control riguroso del área donde se desarrollan las actividades constructivas, a fin de prevenir impactos ambientales innecesarios sobre los ecosistemas. Para ello, se implementará la medida de restringir todas las actividades del proyecto al interior del derecho de vía (DDV) definido y aprobado, el cual representa el límite legal y ambiental autorizado para intervenir. Esta medida es clave para mantener la huella ambiental del proyecto dentro de los parámetros previstos.

La aplicación de esta medida contempla las siguientes acciones específicas:

1. Delimitación cartográfica precisa del DDV:

   - Uso de planos topográficos actualizados y georreferenciados para definir con claridad los límites del DDV.

2. Demarcación física en campo:

   - Colocación de señalización visible y resistente (estacas, cinta, pintura, malla plástica, etc.) a lo largo del perímetro del DDV en todos los frentes de obra activos.
   - En zonas sensibles (cercanas a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia), se podrá reforzar con barreras físicas temporales o cercas para evitar el ingreso de maquinaria o materiales.

3. Supervisión constante del cumplimiento:

   - Personal del área ambiental supervisará diariamente que las actividades de maquinaria, acopio de materiales, tránsito y maniobras se mantengan dentro del DDV.
   - Se documentará cualquier desviación y se aplicarán acciones correctivas inmediatas.

4. Capacitación al personal operativo y contratistas:

   - Todos los trabajadores recibirán información sobre los límites del DDV, su importancia ambiental y las consecuencias de incumplimiento.
   - Se utilizarán mapas en sitio, charlas informativas y señalética clara para reforzar el conocimiento del límite autorizado.

5. Gestión de excepciones debidamente autorizadas:

   - En casos justificados donde sea necesario intervenir fuera del DDV (por ejemplo, en maniobras temporales por seguridad o logística), se deberá contar con autorización previa de la autoridad ambiental correspondiente y aplicar medidas de mitigación específicas.

Las actividades fuera del DDV pueden provocar afectaciones directas e irreversibles a áreas naturales no consideradas en el estudio ambiental, incluyendo fragmentación de hábitats, pérdida de cobertura vegetal, erosión del suelo y conflictos con propiedades privadas colindantes. También pueden derivar en sanciones administrativas o la necesidad de medidas de compensación adicionales. Restringir las actividades al DDV es una medida preventiva, de bajo costo y alta efectividad que promueve la legalidad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proyecto.

6.2.7 Generales

G1	Uso de equipo de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	Componente ambiental: Socioeconómico	Impacto ambiental: S-CV3	Tipo de medida: PREV

Para determinar el EPP requerido para cada uno de los trabajadores de acuerdo al riesgo por puesto de trabajo se deben realizar las siguientes evaluaciones:

1. **Evaluación de riesgos**

   a. **Identificar los peligros:** se debe realizar una evaluación de cada uno de los riesgos presentes en la obra, para poder así identificar los peligros específicos a los que están expuestos, así como identificar los riesgos por puesto de trabajo.
   b. **Determinar el EPP:** una vez realizada la evaluación de los riesgos en el sitio y por puesto de trabajo se procede a determinar qué tipo de EPP son necesarios para proteger a los trabajadores de estos peligros, podrán basarse en la **Tabla A1 de la NOM-017-STPS-2024.** La Figura 22 muestra las jerarquías de los controles de riesgo.



Figura 22. Jerarquía de los controles de riesgo.

2. **Selección del EPP**

   a. **Normativas;** se deberán identificar cada una de las especificaciones técnica del EPP y que estas cumplan con las NOM´S.
   b. Tipo de protección: para identificar el tipo de protección se podrán basar en la **Tabla AI de la NOM-017-STPS-2024.**

3. **Distribución y disponibilidad**

   a. **Entrega del EPP:** se deberá entregar EPP a cada uno de los trabajadores antes de comenzar con sus actividades.
   b. **Accesibilidad:** el EPP debe estar siempre disponible y accesible en el lugar de trabajo.

4. **Capacitación sobre el uso del EPP**

   a. **Instrucciones claras:** las instrucciones deben ser claras y compresibles de cómo usar, ajustar y cuidar el EPP correctamente.

G1	Uso de equipo de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores

b. **Demostraciones prácticas:** se deberán realizar demostraciones prácticas para asegurar que los trabajadores comprendan como utilizar cada tipo de EPP.

5. **Supervisión del uso del EPP**

   a. **Monitoreo constante:** se deberá supervisar que lo trabajadores utilicen el EPP correctamente y en todo momento cuando estén expuestos a riesgos.

6. **Mantenimiento y remplazo**

   a. **Inspección regular:** se debe realizar una inspección regular para identificar daños o desgastes que puedan comprometer la eficacia del EPP y seguridad de quien los utiliza.
   b. **Mantenimiento adecuado:** se deberán establecer procedimientos para el mantenimiento del EEP (en caso de aplicar), así como la limpieza y el almacenamiento.
   c. **Remplazo oportuno:** se deberá remplazar el EPP dañado o desgastado de manera oportuna, esto con el fin de asegurar la protección continua de los trabajadores.

Cada una de estas actividades deberán realizarse conforme a lo establecido en la NOM-017-STPS-2024 "Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo".

G2	Disponibilidad de servicios médicos y botiquines de primeros auxilios en obra		
Etapa del proyecto: Todas las etapas del proyecto	**Componente ambiental:** Socioeconómico	**Impacto ambiental:** S-CV3	**Tipo de medida:** PREV

La construcción del proyecto involucra frentes de trabajo, maquinaria pesada y actividades que representan riesgos físicos para el personal. Para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, es obligatorio implementar medidas que garanticen una atención médica oportuna y adecuada en caso de emergencias, accidentes o afecciones durante la jornada laboral.

Por lo que se debe garantizar la disponibilidad permanente de servicios médicos básicos y botiquines de primeros auxilios en todos los frentes de obra del proyecto. Esto incluye la asignación de personal capacitado en primeros auxilios, la instalación de un punto de atención médica primaria, y la dotación de botiquines completos, accesibles y actualizados. Los botiquines deberán estar estratégicamente ubicados en las zonas de trabajo con alta rotación de personal o alto riesgo operativo, y deberán contener materiales de curación, analgésicos, equipo de protección y dispositivos de emergencia.

Esta medida comprende:

- Dotación y mantenimiento de botiquines portátiles en todos los puntos de trabajo, oficinas móviles y vehículos.
- Revisión periódica del contenido de los botiquines, asegurando la existencia de insumos como vendas, desinfectantes, analgésicos, apósitos, guantes, mascarillas y otros materiales básicos.
- Capacitación del personal de obra en primeros auxilios y protocolos de emergencia, con énfasis en brigadistas designados.
- Coordinación con servicios de emergencia locales para atención y traslado rápido en caso de situaciones de mayor gravedad.
- Registro y seguimiento de incidentes atendidos y de las condiciones de salud ocupacional del personal.

G3	Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio	**Componente ambiental:** Suelo	**Impacto ambiental:** S-CS1, S-CS2, S-CS3	**Tipo de medida:** PREV

Con el propósito de asegurar una gestión adecuada y controlada de los residuos generados durante la fase de construcción del proyecto, se implementará la instalación de un almacén temporal de residuos, el cual funcionará como sitio centralizado para la recolección, clasificación y disposición temporal de los residuos que se generen en el sitio de obra.

El almacenamiento temporal de residuos bajo condiciones controladas es una medida preventiva esencial que evita la dispersión, infiltración, lixiviación o quema inadecuada de residuos en el sitio de obra, y permite mantener un entorno ordenado, reducir riesgos a la salud y facilitar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes (LGPGIR, entre otras).

La justificación de esta medida radica en que la construcción del proyecto generará residuos como plásticos, envases, restos de materiales (cemento, madera, varilla, tubería), papel, residuos orgánicos y, en algunos casos, residuos peligrosos como aceites usados o trapos contaminados. Si no se cuenta con un espacio específico y controlado para su manejo, estos pueden terminar dispersos en el entorno, incluyendo canales y escurrimientos cercanos, afectando el paisaje, el suelo, el agua y la salud del personal.

Por tanto, el almacén temporal de residuos deberá:

- Ser ubicado en un área segura y alejada de cuerpos de agua o zonas de escurrimiento.
- Contar con señalización visible y divisiones internas para la clasificación por tipo de residuo (orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos).
- Estar protegido de la intemperie mediante cubiertas o techumbres ligeras, especialmente en el caso de residuos susceptibles a lixiviación.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y cantidad de los residuos peligrosos generados.
- Incluir contenedores etiquetados y resistentes, con capacidad suficiente para la cantidad estimada de residuos generados.
- Contar con un registro de entradas y salidas de residuos, y evidencia documental de la disposición final en sitios autorizados.

Residuos sólidos urbanos

Para los residuos de origen orgánico e inorgánico generados durante la fase constructiva, se habilitarán contenedores de gran capacidad que permitan su acopio temporal en condiciones controladas, previo a su traslado y disposición final en el relleno sanitario autorizado más cercano.

A fin de garantizar una adecuada separación en la fuente y facilitar su identificación, se recomienda emplear la iconografía oficial propuesta por la SEMARNAT, la cual se presenta en la Figura 23 y Figura 24.

G3	Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra



Figura 23. Iconografía oficial para la separación de residuos sólidos urbanos (RSU), propuesta por SEMARNAT (2017).



Figura 24. Ejemplo de botes rotulados para residuos sólidos urbanos (RSU) SEMARNAT (2017).

Residuos peligrosos

En el almacén se depositarán los residuos peligrosos generados durante la obra, los cuales serán almacenados en tambos de 200 litros, debidamente rotulados y con tapa hermética. Este espacio se habilitará de manera temporal y será desmantelado una vez concluida la obra.

G3	Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra



Figura 25. Tambo destinado para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

Es fundamental que cada tambo disponga de su hoja de datos de seguridad correspondiente, a fin de facilitar la identificación inmediata del tipo de residuo y las medidas adecuadas para su manejo.

Finalmente, una vez que la capacidad de almacenamiento alcance el 70 %, se notificará a una empresa certificada en el manejo y descontaminación de suelos y sustancias peligrosas para que realice la recolección de los residuos y garantice su adecuada gestión. Como medida de control, se llevará una bitácora de entradas y salidas en el almacén de residuos peligrosos, así como los manifiestos de entrega - recepción emitidos por la empresa certificada.

Residuos de manejo especial (RME)

Para los residuos de manejo especial (RME) se llevará a cabo la adecuada separación de los residuos, los cuáles serán depositados en los contenedores apropiados, la recolección de los residuos tendrá que ser por prestadores de servicio autorizados, así como el tratamiento o disposición final de los residuos.

El personal de obra será capacitado en la correcta disposición de residuos y uso del almacén, y se nombrará un responsable de su operación diaria. El almacén deberá mantenerse en condiciones de limpieza, orden y sin presencia de fauna nociva.

Esto no sólo permite prevenir la contaminación del entorno y el desorden en el sitio de obra, sino que también facilita el cumplimiento con la legislación en materia de residuos sólidos, residuos peligrosos, residuos de manejo especial, y reduce los riesgos sanitarios y ambientales asociados a una mala disposición.

G4	Manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción y OYM	**Componente ambiental:** Hidrología, Suelo, Fauna	**Impacto ambiental:** H-CA1, H-CA2, H-CA3, S-CS1, S-CS2, S-CS3, F-EX1	**Tipo de medida:** MIT

Para llevar a cabo esta medida deberá ejecutarse cada una de las siguientes actividades:

1. **Planificación y diseño**

   a. **Identificar punto de generación:** se debe identificar cada punto de generación de los residuos, esto con el fin de determinar si se trata de RP (residuos peligrosos), RSU (residuos sólidos urbanos) o RME (residuos de manejo especial).
   b. Aplicar medidas para la reducción, reutilización, reciclaje, compostaje, valorización y eliminación de cada uno de los residuos identificados. Se dará prioridad a la reducción de residuos de lugar en vez de la eliminación de estos. La Figura 26 señala la jerarquía en la gestión de los residuos.



Figura 26. Jerarquía en la gestión de residuos.

2. **Segregación de los residuos**

   a. **Separación de residuos:** se deberán instalar contenedores específicos para cada tipo de residuo generados y por estado físico (peligrosos, sólidos urbanos, manejo especial).
   b. **Etiquetado y señalización:** se deberá asegurar que cada uno de los contenderos estén debidamente etiquetados y señalizados adecuadamente para guiar a los trabajadores.



Figura 27. Los contenedores deberán estar debidamente etiquetados.

G4	Manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto

3. **Aplicación de la jerarquía de la gestión de los residuos**

   a. **Reducción:** se deberán implementar medidas de reducción de residuos desde su punto de generación, estas medidas deben estar acopladas a cada una de las actividades a desarrollar.
   b. **Reutilización:** los residuos por reutilizar deberán ser aquellos que no tengan una característica que los clasifique como peligroso (CRETIB).
   c. **Reciclaje:** los residuos a reciclar deberán ser entregados a empresas para este fin, se deben evitar prácticas de pepena por parte de pequeños recolectores.
   d. **Valorización:** para esta actividad se deberá realizar un análisis de los residuos generados y de los cuales pueden ser valorizados para ser utilizados como combustibles alternos, esta actividad debe ser realizada por una empresa autorizada.
   e. **Eliminación:** el volumen a disponer en rellenos sanitarios, así como en sitios autorizados debe ser el menor posible una vez aplicada cada una de las actividades anteriores.

4. **Manejo y almacenamiento de residuos**

   a. **Manejo de residuos:** para el manejo de los residuos se deberán aplicar cada una de las medidas de seguridad para evitar accidentes de trabajos y emergencias ambientales.
   b. **Almacenamiento temporal:** los residuos deben ser resguardados en el almacén temporal construido para dicho fin.

5. **Recolección y trasporte de los residuos**

   a. **Recolección y transporte de los residuos peligrosos**

   La recolección y el transporte de residuos peligrosos deberán ser realizados exclusivamente por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), conforme a la normatividad vigente. Estas empresas deben contar con los permisos correspondientes para el manejo integral de este tipo de residuos. Como parte de la evidencia documental del cumplimiento, deberá integrarse el manifiesto oficial de recolección, transporte y disposición final, el cual debe estar debidamente llenado y firmado por todas las partes involucradas. Este documento será parte del expediente de control ambiental del proyecto.

   b. **Recolección de residuos sólidos urbanos**

   La recolección de residuos sólidos urbanos podrá realizarse de manera directa por el responsable del proyecto o personal asignado, con el fin de trasladarlos a los puntos de acopio establecidos. Dichos residuos deberán ser dispuestos en los contenedores asignados por el servicio de limpia del municipio o, en su defecto, en los que este mismo instale específicamente para este tipo de actividades. Se recomienda establecer una ruta y horario definidos para garantizar una recolección oportuna y evitar acumulaciones que puedan generar impactos negativos.

   c. **Recolección y transporte de los residuos de manejo especial**

   Los residuos considerados de manejo especial deberán ser recolectados y transportados por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz. Estas empresas deben contar con registro vigente para la gestión de este tipo de residuos, conforme

G4	Manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto

a lo establecido en la legislación estatal aplicable. Es fundamental que se mantenga copia de los contratos, comprobantes de recolección y, en su caso, certificados de disposición final.

d. **Control y seguimiento**

Para todos los tipos de residuos generados durante el desarrollo del proyecto, se deberán llevar bitácoras actualizadas en las que se registre la siguiente información: volumen recolectado, tipo de residuo, fecha de recolección, empresa o contratista encargado de la recolección y características del vehículo utilizado (tipo, placas, número económico). Esta información permitirá dar seguimiento puntual a la correcta gestión de los residuos y servirá como soporte en auditorías o revisiones ambientales por parte de las autoridades competentes.

6. **Disposición final**

Los sitios de disposición final deberán estar autorizados por las autoridades competentes, la empresa recolectora será quien ejecute su disposición final, sin embargo, siempre existirá la corresponsabilidad como generador de los residuos. En todo momento se deberá dar prioridad a aplicar la economía circular, sobre la economía del reciclaje y lineal (Figura 28).

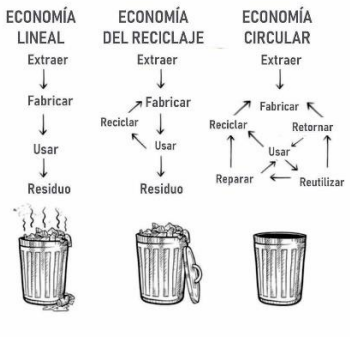


Figura 28. Ejemplificación de la Economía Circular.

Finalmente, cada una de estas actividades deberán realizarse apegada a derecho y de acuerdo a lo establecido en la LGPGIR (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos), R-LGPGIR (Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos) y las NOM´s en materia de residuos, así como los instrumentos normativos a nivel estatal y municipal.

G5	Contratación de empresas recolectoras de residuos		
Etapa del proyecto: Previo a la preparación del sitio	**Componente ambiental:** Hidrología, Suelo, Fauna	**Impacto ambiental:** H-CA1, H-CA2, H-CA3, S-CS1, S-CS2, S-CS3, F-EX1	**Tipo de medida:** PREV

Durante todas las fases del proyecto se generarán distintos tipos de residuos sólidos no peligrosos, como restos de materiales de construcción, residuos orgánicos e inorgánicos, envases vacíos, embalajes y residuos peligrosos. Una gestión inadecuada de estos residuos puede provocar afectaciones al entorno natural, contaminación de cuerpos de agua y deterioro de la imagen ambiental del proyecto. En este sentido, resulta indispensable asegurar que la recolección, transporte y disposición final de los residuos esté a cargo de empresas autorizadas que cuenten con los permisos correspondientes y operen conforme a la legislación ambiental vigente.

G5	Contratación de empresas recolectoras de residuos

La medida consiste en la contratación de empresas recolectoras de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial que cuenten con:

- Registro vigente ante la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz.
- Permiso de recolección y transporte emitido por la autoridad competente.
- Conocimiento de rutas y sitios de disposición final autorizados.
- Capacidad logística para atender los puntos generadores del proyecto.

Para llevar a cabo esta medida se deberán realizar las siguientes actividades:

1. **Identificación de necesidades de recolección de residuos**
   a. **Tipo y volumen de residuos:** Identificar los tipos y volúmenes de residuos generados en cada etapa del proyecto.

2. **Contratación y acuerdos**
   a. **Solicitudes de propuestas:** Emitir solicitudes de propuestas a las empresas preseleccionadas, especificando los requisitos y expectativas del proyecto.
   b. **Evaluación de propuestas:** Evaluar las propuestas recibidas en términos de costo, capacidad, experiencia y cumplimiento normativo.
   c. **Negociación de contratos:** Negociar los términos del contrato, incluyendo la frecuencia de recolección, tipos de residuos, precios y términos de servicio.
   d. **Firma de acuerdos:** Formalizar el acuerdo mediante la firma de contratos que estipulen claramente las responsabilidades y obligaciones de ambas partes.

3. **Coordinación y logística**
   a. **Calendario de recolección:** Establecer un calendario de recolección de residuos que se alinee con las necesidades del proyecto.
   b. **Puntos de recolección:** Definir y preparar los puntos de recolección de residuos en el sitio del proyecto.

4. **Supervisión y cumplimiento**
   a. **Monitoreo de servicios:** Supervisar regularmente los servicios de recolección para asegurar que se realicen según lo acordado.
   b. **Cumplimiento de normativas:** Asegurarse de que la empresa recolectora cumpla con todas las normativas ambientales durante la recolección, transporte y disposición de los residuos.

Finalmente, cada una de estas actividades deberán realizarse apegadas a derecho y de acuerdo a lo establecido en la LGPGIR, R-LGPGIR y las NOM´s en materia de residuos, así como los instrumentos normativos a nivel estatal y municipal.

6.2.8 Socioeconómico

SE1	Se priorizará la contratación de mano de obra local durante la modernización del entronque Paso del Toro		
Etapa del proyecto: Todas las etapas del proyecto	Componente ambiental: Socioeconómico	Impacto ambiental: S-CV1	Tipo de medida: +
La construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas podrá generar una demanda de empleos temporales y permanentes en actividades técnicas, operativas, logísticas y de mantenimiento. Sin embargo, para que estos beneficios sean reales y percibidos por la población local, es fundamental establecer mecanismos que garanticen la priorización de mano de obra local.			

SE1	Se priorizará la contratación de mano de obra local durante la modernización del entronque Paso del Toro

Al contratar trabajadores de las comunidades ubicadas dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto, se fomenta la reactivación económica, se reduce la migración forzada y se promueve una mayor aceptación social de la obra. Además, esta acción contribuye al arraigo del personal operativo durante la fase de funcionamiento de las gazas y cabinas remotas.

Para la selección de la mano de obra local se deberán considerar los siguientes criterios y acciones:

1. Residencia comprobada en la zona de influencia directa del proyecto, priorizando a personas que vivan en los municipios o comunidades aledañas a la autopista Paso del Toro.
2. Habilidades, experiencia o conocimientos técnicos compatibles con los requerimientos de las distintas fases del proyecto (obra civil, operación, mantenimiento, servicios generales, etc.).
3. Establecimiento de convenios de colaboración con instituciones de educación técnica, centros de capacitación para el trabajo y autoridades locales para identificar y preparar a posibles candidatos.
4. Supervisión continua a contratistas para verificar el cumplimiento de las cláusulas de contratación local, con reportes periódicos sobre la procedencia de la mano de obra empleada.

SE2	Instalación de señalética preventiva e informativa dirigida a las comunidades circundantes y al personal de obra, con el fin de evitar accidentes e informar sobre el desarrollo del proyecto		
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, construcción	**Componente ambiental:** Socioeconómico	**Impacto ambiental:** S-CV2, S-CV3, S-CV4, S-CV6	**Tipo de medida:** PREV

Se realizará la instalación estratégica de señalización temporal y permanente en la zona del proyecto y sus áreas auxiliares, conforme a las normas mexicanas vigentes (particularmente la NOM-026-STPS-2008).

Para la implementación de la señalización se deberán seguir las siguientes actividades:

1. **Evaluación de necesidades de señalización**
    a. **Identificación de riesgos:** Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos y peligros presentes en el lugar de trabajo, así como de los lugares en los que se necesita la instalación de señalización.
    b. **Determinación de ubicaciones:** Identificar las áreas críticas donde es necesario colocar señalización preventiva y de seguridad, como zonas de trabajo peligroso, almacenamiento de materiales peligrosos, protección de fauna, protección de vegetación, prohibición de tirar residuos, etc.
2. **Diseño y selección de señalización**
    a. **Cumplimiento de normativas:** la señalética debe cumplir con lo establecido en la NOM-026-STPS -2008
    b. **Tipos de señales:** Seleccionar el tipo adecuado de señales según su propósito, que pueden incluir:
        i. **Señales de advertencia:** Para alertar sobre riesgos o peligros potenciales.
        ii. **Señales prohibitivas:** Para indicar acciones que están prohibidas.
        iii. **Señales obligatorias:** Para indicar acciones que deben realizarse.
        iv. **Señales de emergencia:** Para indicar rutas de evacuación y equipos de emergencia.
    c. **Diseño claro y visible:** Asegurarse de que las señales sean claras, fácilmente comprensibles y visibles desde una distancia adecuada.
3. **Instalación de señalización**

SE2	Instalación de señalética preventiva e informativa dirigida a las comunidades circundantes y al personal de obra, con el fin de evitar accidentes e informar sobre el desarrollo del proyecto

a. **Ubicación estratégica:** Colocar las señales en ubicaciones estratégicas donde sean más efectivas, asegurándose de que no estén obstruidas y sean visibles para todos los trabajadores y visitantes.
b. **Altura y ángulo adecuados:** Instalar las señales a una altura y ángulo que maximice su visibilidad y legibilidad.
c. **Materiales duraderos**: Utilizar materiales duraderos y resistentes a las condiciones ambientales para asegurar que las señales permanezcan legibles y en buen estado.

4. **Supervisión y mantenimiento**

a. **Inspecciones regulares:** Realizar inspecciones regulares para asegurar que las señales estén en buen estado, legibles y no obstruidas.
b. **Mantenimiento:** Realizar el mantenimiento necesario para reparar o reemplazar señales dañadas o desgastadas de manera oportuna.

SE3	Implementación de un plan de seguridad vial durante la construcción de las gazas en el entronque Paso del Toro		
Etapa del proyecto: Todas las etapas del proyecto	**Componente ambiental:** Socioeconómico	**Impacto ambiental:** S-CV3, S-CV4, S-CV5, S-CV6	**Tipo de medida:** PREV

Para elaborar un plan de seguridad vial en la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas del Entronque Paso del Toro, se debe considerar la evaluación de riesgos, la implementación de señalización y desvíos adecuados, la gestión del tráfico existente, la capacitación del personal, la coordinación con las autoridades y usuarios, y el establecimiento de procedimientos de emergencia.

Para elaborar el plan de seguridad vial se debe realizar lo siguiente:

1. Evaluación de riesgos y estudio de tráfico:

   - Identificar los peligros potenciales en la zona de construcción, como la reducción de carriles, desvíos o la presencia de maquinaria pesada.
   - Analizar el flujo de tráfico existente para prever cómo afectará la obra y cómo minimizar las interrupciones.

2. Diseño de la zona de control de tránsito (ZCT):

   - Implementar una señalización clara y visible para guiar a los conductores.
   - Diseñar desvíos seguros que mantengan la fluidez del tráfico y aseguren la seguridad de los usuarios y trabajadores.
   - Considerar la instalación de barreras, conos y otros dispositivos de control.

3. Gestión del tráfico existente:

   - Establecer límites de velocidad seguros para la zona de trabajo.
   - Implementar un sistema de comunicación efectiva (como radios) para el personal abanderado y el equipo de control de tránsito.
   - Coordinar los tiempos de construcción para minimizar los retrasos del tránsito, limitando el tiempo que los vehículos deben esperar.

4. Capacitación y seguridad del personal:

SE3	Implementación de un plan de seguridad vial durante la construcción de las gazas en el entronque Paso del Toro

- Capacitar a todo el personal que trabajará en la zona de construcción en las normas de seguridad vial y el uso adecuado de los dispositivos de control.
- Asegurar que el personal cuente con el equipo de protección personal (EPP) adecuado.

5. Coordinación y comunicación:

   - Coordinar las actividades de construcción con las autoridades locales y otros proyectos simultáneos en el área.
   - Establecer mecanismos para la comunicación con los pobladores, manteniendo una buena relación con los medios de comunicación y los usuarios de las vías.

6. Planes de emergencia:

   - Desarrollar procedimientos claros para manejar incidentes y emergencias en la zona de construcción.
   - Establecer cómo se gestionarán situaciones como accidentes, averías de vehículos o interrupciones inesperadas del tráfico.

Se deberá determinar la duración de las operaciones de construcción para implementar el tipo de plan más adecuado, ya sea para trabajos estacionarios de largo plazo o trabajos móviles.

6.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

6.3.1 Introducción

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un instrumento esencial dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental, cuyo propósito es verificar y asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular para el proyecto para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, de la autopista Córdoba - Veracruz.

Este programa se aplicará durante toda la etapa de construcción del proyecto y estará orientado a minimizar los impactos negativos sobre los recursos naturales y sociales del área de influencia del proyecto, así como a promover una cultura ambiental entre el personal que participe en su ejecución.

Además de su función de control, el PVA servirá como base para la mejora continua del desempeño ambiental del proyecto, permitiendo ajustes en las estrategias en caso de desviaciones o hallazgos críticos. Su implementación también contribuye a la transparencia y confianza entre el desarrollador, las autoridades regulatorias, y las comunidades locales, al documentar de manera clara y verificable los esfuerzos realizados para proteger el ambiente durante la ejecución de una obra que requiere un enfoque riguroso y proactivo de vigilancia ambiental.

Este programa emitirá un informe periódico a la autoridad correspondiente y una vez concluida la obra, este continuará a efectos de comprobar el adecuado funcionamiento de las medidas de mitigación y compensación ejecutadas.

6.3.2 Objetivo General

Implementar un sistema de vigilancia, seguimiento y evaluación ambiental que garantice el cumplimiento efectivo de las medidas establecidas en la presente manifestación de impacto ambiental, promoviendo el desarrollo del proyecto de manera responsable y sostenible, conforme a la legislación ambiental vigente.

6.3.2.1 Objetivos particulares

- Verificar la implementación oportuna y efectiva de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.
- Detectar desviaciones o incumplimientos en tiempo real para su corrección inmediata.
- Evaluar la eficacia de las medidas ambientales adoptadas.
- Fomentar la educación ambiental y la participación del personal en la protección del ambiente.

6.3.3 Alcance

El Programa de Vigilancia Ambiental será aplicable durante la fase de construcción del proyecto y abarcará:

- Las áreas de influencia directa del proyecto (zona de obra, caminos de acceso, áreas de acopio, obras provisionales, etc.).
- Las áreas de influencia indirecta, en caso de que se detecten afectaciones colaterales (escurrimientos, ruido, tránsito de maquinaria, etc.).
- Todo el personal involucrado en el proyecto, incluyendo contratistas, supervisores, operadores y visitantes.

6.3.4 Actividades a realizar por parte del programa de vigilancia ambiental

6.3.4.1 Capacitación a mano de obra

Como parte del Programa de Vigilancia Ambiental, se implementará un esquema permanente de capacitación dirigido a la mano de obra contratada para las distintas fases del proyecto, incluyendo actividades de desmonte, despalme, excavación, etc.

La capacitación deberá impartirse desde el inicio de los trabajos y actualizarse conforme se incorporen nuevos trabajadores, se modifiquen las condiciones ambientales del sitio o se activen nuevas zonas de construcción. Esta actividad será supervisada por el personal ambiental del proyecto y coordinada con los encargados de seguridad e higiene.

Los temas mínimos a abordar incluirán:

- Normativa ambiental aplicable al proyecto (residuos, emisiones, descargas, ruido).
- Buenas prácticas ambientales durante las actividades constructivas (uso de maquinaria, disposición de residuos, delimitación del derecho de vía).
- Manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
- Prevención y atención de derrames de sustancias químicas y combustibles.
- Protección de la flora y fauna local, especialmente en zonas con vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Uso obligatorio y correcto del equipo de protección personal (EPP).
- Protocolos de emergencia y comunicación ante incidentes ambientales.

Las sesiones podrán realizarse en módulos breves adaptados a las tareas de cada frente de obra, acompañadas de material visual, carteles y ejercicios prácticos en campo, estas no deberán exceder los 30 minutos y tendrán que impartirse de manera mensual. Se deberá registrar la participación mediante listas de asistencia y conservar evidencias fotográficas y documentales como parte del expediente del PVA.

La capacitación también servirá como herramienta preventiva ante observaciones de las autoridades ambientales o auditorías externas, y su ejecución será condición previa para permitir la operación de personal en zonas críticas del proyecto.

6.3.4.2 Pláticas de concientización ambiental

Como parte de las acciones de fortalecimiento del desempeño ambiental en la obra, se llevarán a cabo pláticas periódicas de concientización ambiental dirigidas a todo el personal operativo, técnico y administrativo involucrado en el proyecto. Estas pláticas serán breves, prácticas y adaptadas a las condiciones reales de cada frente de trabajo.

El objetivo principal será reforzar el conocimiento y la sensibilidad del personal sobre la importancia de proteger el entorno en el que se ejecuta la obra, prevenir impactos negativos y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental durante la ejecución del proyecto.

Las pláticas se enfocarán en temas como:

- Importancia del respeto a la delimitación del derecho de vía (DDV).
- Reconocimiento de vegetación y fauna silvestre local.
- Consecuencias de prácticas inadecuadas (tiradero de residuos, ruidos excesivos, uso ineficiente del agua).

- Recomendaciones prácticas para reducir impactos en campo (apagar motores en reposo, mantener zonas limpias, etc.).
- Comportamiento esperado del personal ante hallazgos de fauna o derrames.
- Recordatorios sobre el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP).

Estas pláticas se realizarán con una frecuencia mínima quincenal por frente de obra, o bien al incorporarse personal nuevo. Podrán ser impartidas por el responsable ambiental del proyecto, supervisores capacitados o personal de seguridad y medio ambiente.

Se deberán generar registros de cada plática (asistencia firmada, fotografías, tema impartido) y conservarse como parte del expediente del Programa de Vigilancia Ambiental, ya que sirven como evidencia ante visitas de inspección o auditorías ambientales.

6.3.4.3 Inspecciones semanales

Con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las medidas ambientales y detectar de forma oportuna cualquier desviación o situación de riesgo, se llevarán a cabo inspecciones ambientales semanales en toda el área del proyecto. Estas inspecciones serán realizadas por el responsable ambiental del proyecto o por el personal técnico designado por la supervisión ambiental.

Las inspecciones se enfocarán en revisar el desempeño ambiental en actividades como:

- Delimitación del derecho de vía (DDV) y protección de áreas sensibles.
- Correcta gestión de residuos (almacenamiento, recolección, separación y disposición final).
- Control de emisiones de polvo y ruido, especialmente en zonas habitadas.
- Estado de los equipos de contención y prevención de derrames (kits, pallets, áreas de mantenimiento).
- Conservación de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Cumplimiento de medidas de protección para la fauna silvestre.
- Condiciones de la señalética ambiental y almacenamiento de materiales.
- Uso correcto del equipo de protección personal (EPP) y condiciones de seguridad en la zona de obra.

Las visitas se realizarán de manera presencial con apoyo de listas de verificación específicas para cada tipo de actividad, acompañadas de registro fotográfico georreferenciado, entrevistas al personal y revisión de bitácoras.

Los resultados de las inspecciones semanales formarán parte del expediente ambiental del proyecto y deberán estar disponibles para su consulta por parte de autoridades ambientales o auditorías externas.

6.3.4.4 Colocación de letreros alusivos al cuidado del ambiente (diferentes temáticas)

Como parte de las acciones de sensibilización y fortalecimiento de la cultura ambiental dentro del proyecto, se colocarán letreros informativos y preventivos con mensajes alusivos al cuidado del ambiente en todos los frentes activos de obra, talleres, zonas de almacenamiento de materiales y puntos de acceso.

Los letreros tendrán temáticas diversas, con mensajes claros, visuales y de fácil comprensión, orientados a recordar al personal las buenas prácticas ambientales que deben seguirse en el sitio. Estas temáticas incluirán, entre otras:

- Prohibición de tirar basura.
- Separación adecuada de residuos (RSU, peligrosos y de manejo especial).

- Protección de la vegetación y fauna silvestre.
- Prohibición de encender fogatas o fumar en zonas sensibles.
- Importancia de respetar el derecho de vía (DDV).
- Medidas para evitar el derrame de aceites y combustibles.

Los letreros deberán cumplir con las siguientes características mínimas:

- Ser visibles, legibles y resistentes a condiciones climáticas adversas.
- Utilizar un lenguaje simple, iconografía clara y colores distintivos.
- Estar fabricados con materiales reciclables o reutilizables, siempre que sea posible.

La ubicación de los letreros será estratégica: entradas principales, áreas de alto tránsito, zonas sensibles ambientalmente, sitios de disposición temporal de residuos, etc.

El personal ambiental del proyecto será responsable de verificar la instalación, conservación y reposición de los letreros durante las inspecciones semanales, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas, sin vandalismo ni pérdida de visibilidad.

6.3.4.5 Elaboración de informe semestral

Como parte del seguimiento, documentación y cumplimiento con la normatividad ambiental, se elaborará un informe semestral que recopile y analice los resultados del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) durante cada periodo de seis meses a lo largo de la ejecución del proyecto.

Este informe tendrá como finalidad:

- Dar seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental implementadas en campo.
- Documentar hallazgos relevantes, incidentes ambientales, buenas prácticas y acciones correctivas realizadas.
- Evaluar el comportamiento de indicadores ambientales establecidos (gestión de residuos, ruido, emisiones, conservación de vegetación, protección de fauna, etc.).
- Informar sobre el desarrollo de capacitaciones, pláticas de concientización, inspecciones semanales y cualquier otra medida operativa ejecutada durante el periodo.

La elaboración del informe estará a cargo del responsable ambiental del proyecto o del equipo técnico designado para el seguimiento del PVA. En caso de que así lo soliciten autoridades como la SEMARNAT o la PROFEPA, el informe será enviado oficialmente para su revisión.

La periodicidad semestral permitirá consolidar datos relevantes y evaluar tendencias en el desempeño ambiental del proyecto, así como fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia técnica.

6.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El seguimiento y control ambiental constituyen actividades fundamentales para asegurar que las medidas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se implementen de manera eficaz y que los impactos ambientales se mantengan dentro de los límites permisibles. Este proceso permitirá detectar oportunamente desviaciones, riesgos o impactos no previstos, facilitando la toma de decisiones correctivas inmediatas.

El monitoreo ambiental será responsabilidad del responsable Ambiental del Proyecto, quien deberá contar con la capacitación y experiencia necesarias para ejecutar las siguientes acciones:

6.4.1 Verificación del cumplimiento de medidas ambientales

- Revisar que todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en la MIA se estén aplicando correctamente en campo.
- Supervisar el cumplimiento de las jornadas laborales diurnas, para minimizar afectaciones a la fauna nocturna.
- Confirmar que no se estén introduciendo especies exóticas, tanto en áreas de obra como en zonas de influencia.
- Verificar la correcta señalización y delimitación de zonas de protección, incluyendo árboles con nidos activos.

6.4.2 Inspección del manejo de residuos

- Controlar la segregación, almacenamiento y disposición final adecuada de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.
- Revisar que los contenedores y áreas de acopio se mantengan limpios, identificados y en buen estado.
- Confirmar que no existan vertimientos o fugas de sustancias contaminantes al suelo o cuerpos de agua cercanos.

6.4.3 Control del recurso hídrico

- Monitorear el manejo y uso eficiente del agua potable para el personal.
- Verificar que no se presenten derrames de combustibles, lubricantes u otros contaminantes que puedan afectar cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
- Inspeccionar que las obras de drenaje funcionen correctamente y no generen acumulación de aguas estancadas que puedan favorecer la proliferación de vectores.

6.4.4 Protección de la fauna y vegetación

- Realizar recorridos periódicos para identificar la presencia de fauna silvestre, detectando posibles efectos adversos causados por la obra.
- Supervisar el monitoreo de nidos activos y asegurar que se respeten los tiempos de abandono natural antes de realizar actividades en dichas zonas.
- Verificar la preservación y cuidado de la vegetación nativa remanente.

6.4.5 Registro y documentación

- Mantener un registro detallado de todas las inspecciones y monitoreos realizados, incluyendo fechas, hallazgos, fotografías y recomendaciones.
- Documentar cualquier incidente ambiental, acción correctiva implementada y seguimiento realizado.
- Elaborar reportes periódicos que permitan evaluar el desempeño ambiental del proyecto y servir como evidencia ante autoridades ambientales.

6.4.6 Respuesta a contingencias ambientales

- Establecer un protocolo para la atención inmediata de contingencias ambientales, tales como derrames, fugas, accidentes o incendios.
- Contar con equipos, materiales y personal capacitado para la contención y mitigación de estos eventos.
- Informar oportunamente a las autoridades competentes y dar seguimiento hasta la solución completa del incidente.

6.4.7 Comunicación y retroalimentación

- Facilitar canales de comunicación entre el responsable ambiental, contratistas y trabajadores para reportar cualquier anomalía o incumplimiento ambiental.
- Promover la participación activa del personal en la identificación de oportunidades de mejora y en la adopción de buenas prácticas ambientales.

6.4.8 Presentación de informes

Cada 6 meses, desde la fecha de la aprobación del proyecto por parte de la SEMARNAT, se presentará un informe sobre el desarrollo del programa y el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y compensación adoptadas para este estudio. En estos informes concretarán los siguientes puntos:

- Seguimiento de las medidas para la protección del agua.
- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de los niveles sonoros, partículas suspendidas y emisiones.
- Seguimiento de las medidas para la protección de la flora y fauna.
- Correlación de los datos existentes entre las distintas actividades de la obra y los efectos e impactos que se van produciendo.
- Eficacia real observada de las medidas de mitigación y compensación propuestas, corrección de fallas y en caso de detectarse un impacto no previsto en este estudio, aplicar medidas correctivas al respecto.

Un Programa de vigilancia ambiental tiene por función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones, medidas protectoras y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental. Este programa, tiene además otras funciones adicionales, como las siguientes:

a) Permite comprobar la cuantía de ciertos impactos de los que su predicción resulta difícil. Existen muchas alteraciones cuya predicción sólo puede realizarse cualitativamente, aunque esto no quiere decir que no se puedan establecer medidas correctoras, el programa de seguimiento permite evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctoras en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.
b) Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.
c) En el programa de vigilancia ambiental se pueden detectar alteraciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptarse medidas correctoras.

6.5 CONCLUSIONES

Las medidas preventivas, de mitigación y compensación propuestas para el proyecto de la **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque Paso del Toro, de la autopista Córdoba - Veracruz,** son esenciales para minimizar los impactos ambientales derivados de las actividades constructivas, garantizando con ello la protección del suelo, agua, flora, fauna y salud de los trabajadores.

Entre las acciones destacadas se encuentra la reforestación, esta labor estará acompañada por la colecta de germoplasma y el rescate y reubicación de flora. Las acciones dirigidas a proteger la fauna silvestre, como el monitoreo de nidos activos, la restricción de horarios de trabajo y la colocación de letreros permanentes, demuestran un compromiso con la preservación de la diversidad biológica y la conectividad ecológica en el área de influencia.

La prohibición estricta de introducir especies exóticas garantiza que no se alteren los ecosistemas locales, manteniendo la integridad ecológica y previniendo impactos negativos que puedan afectar a las especies nativas.

La implementación de capacitaciones al personal, así como la adopción de buenas prácticas en el manejo de residuos, control de derrames y conservación de la biodiversidad, contribuirá significativamente a la reducción de riesgos ambientales y a la conservación de los recursos naturales de la zona.

Asimismo, la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental asegurará no solo el cumplimiento normativo, sino también la posibilidad de hacer ajustes en tiempo real ante cualquier desviación ambiental, fortaleciendo el enfoque de mejora continua.

En conjunto, estas medidas forman un marco integral que permitirá desarrollar el proyecto de manera sostenible, con un enfoque proactivo hacia la prevención de impactos y la mitigación de aquellos efectos inevitables, asegurando el cumplimiento normativo y la responsabilidad ambiental del promovente.

6.6 BIBLIOGRAFÍA

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma publicada DOF 01-04-2024. 148 p.
- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos (LGPGIR). Última reforma publicada DOF 08-05-2023. 59 p.
- Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras. 2023. Dirección General de Servicios Técnicos. CDMX. Primera edición. PP. 1007.
- Martínez S. A. y Damián H. S. 1999. Catálogo de Impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. Publicación técnica SCT. PP. 69.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. 29p.
- Reglamento de la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Última reforma publicada DOF 31-10-2014. 63 p.
- SEMARNAT. 2022. Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



Índice

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 3
7.1 Descripción y Análisis Del Escenario Sin Proyecto. 5
7.2 Descripción y Análisis Del Escenario con Proyecto y sin medidas de mitigación. 12
7.3 Descripción y Análisis Del Escenario Considerando Las Medidas De Mitigación. 16
7.4. Pronóstico Ambiental. 21
7.5. Evaluación de Alternativas. 22
7.6 Conclusiones 23
7.7 BIBLIOGRAFÍA 24

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Una vez analizada la información recopilada en campo, el proyecto ejecutivo para la construcción de las gazas complementarias y cabinas remotas en el entronque paso del toro, junto con la información procesada dentro del Capítulo 4, en especial la información plasmada dentro del Diagnostico Ambiental, se ha podido ejecutar un análisis y evaluación de los elementos bióticos y abióticos del Sistema Ambiental, se determinó una pronostico ambiental de los escenarios que pueden suceder dentro del área donde se ejecuta el proyecto.

Como se ha descrito en los capítulos anteriores se llevará a cabo la modernización del entronque a desnivel denominado como Paso del Toro, ubicado a un costado de la Plaza de Cobro 117 – Paso del Toro, desde el Km 9+780 del tramo Córdoba – Veracruz de la autopista 150 – D hasta su Km 10+300, en el municipio de Medellín de Bravo, estado de Veracruz; el cual intercede con la Carretera Federal 180 en el Km 9+960. La gaza 1 se ubicará en su totalidad dentro del DDV, por lo tanto, su construcción no requerirá la remoción de vegetación forestal. En cambio, para la construcción de la gaza 2 y 3 será necesario adquirir superficie fuera del DDV y la remoción de **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 0.74 ha.** Como complemento a lo anterior, las casetas remotas se ubicarán en la gaza 2 y 3.

Los pronósticos ambientales detallados tienen el objetivo de describir las características del entorno temporal y permanente con o sin el desarrollo del proyecto; asi como, con o sin la aplicación de medidas de mitigación y compensación aplicables a cada uno de los componentes ambientales en condiciones particulares.

La descripción de los factores de acuerdo al componente ambiental se motiva en los indicadores ambientales descritos para representar la condición más cercana que pudieran presentarse para cada escenario planteado con la finalidad de lograr una perspectiva de la situación general y particular; los tres escenarios que se proponen son los siguientes:

- **Descripción y análisis del escenario sin proyecto:** se lleva a cabo la descripción de la situación actual del medio ambiente sin el desarrollo del proyecto.
- **Descripción y análisis del escenario sin proyecto:** se realiza la descripción tomando en cuenta variaciones sobre los factores y componentes ambientales después de efectuar el desarrollo del proyecto.
- **Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación:** en este escenario se incluyen las descripciones de las alteraciones sobre los factores y componentes ambientales después de realizar el proyecto aplicando las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo 6 de esta MIA-P.

Para la descripción de los escenarios se tomó en cuenta la infamación plasmada en los capítulos previos, asi como la información cartográfica. Además, se tomaron en cuenta cada uno de los componentes naturales presentes en la zona del proyecto, por lo tanto, los elementos considerados serán aquellos componentes ambientales susceptibles de ser impactados significativamente por los trabajos a realizar, estos se muestran a continuación:

Tabla 1. Componentes ambientales susceptibles de ser impactados.

Componente Ambiental	Factor
Agua	Calidad de agua
	Hidrología subterránea
Suelo	Calidad del suelo
	Relieve y carácter topográfico
	Erosión

Componente Ambiental	Factor
	Estructura y características
Atmósfera	Confort sonoro
	Calidad del aire
Cambio climático	Gases de efecto invernadero
	Captura de carbono
Flora	Diversidad florística
	Cobertura vegetal
Fauna	Diversidad faunística
	Poblaciones de fauna silvestre
	Introducción de especies exóticas
	Hábitat
	Movilidad
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje
Socioeconómico	Actividades económicas
	Molestias y Accidentes
	Infraestructura

La metodología utilizada para determinar los escenarios se basa en una **Valoración o Evaluación Ambiental Cuantitativa Ponderada,** la cual se enmarca dentro de las técnicas de Índices de Calidad Ambiental. Este enfoque, que busca transformar datos cualitativos y cuantitativos en un valor numérico único y fácil de interpretar, se inspira en los trabajos fundamentales de autores como Wayne R. Ott en la teoría y práctica de los índices ambientales, y en las contribuciones de Landwehr, J. MacNeil y A. Whitman en la evaluación del impacto ambiental. Es un método sistemático que representa el estado general del medio ambiente o de un componente específico.

Para el análisis de los escenarios se **consideraron 21 factores** dentro de los componentes: agua, suelo, atmósfera, cambio climático, flora, fauna, paisaje, socioeconómico. Para el cálculo de los escenarios ser realizaron los siguientes pasos:

1. A cada factor ambiental se le asigna un valor de 1 si su calidad es óptima, un valor de 0.75 si la calidad buena, un valor de 0.5 si la calidad es media, un valor de 0.25 si la calidad es tolerante, un valor de 0 si la calidad es baja. Tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Rangos de calidad

Calidad	Nivel
Optima	1
Buena	0.75
Media	0.5
Tolerante	0.25
Baja	0

2. Cada factor representara una parte del comportamiento ambiental y a su vez del medio ambiental, por lo que es importante disponer de un mecanismo en el que todos los factores se contemplen de manera conjunta y coherente, por lo tanto, a cada factor se le atribuyen un peso o índice ponderado expresados en **"Parámetros de Unidades de Importancia (PUI)".** Para la presente valoración se asignaron un total de **174 PUI**, los cuales se asignarán a cada factor.

3. Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro de acuerdo con su importancia en el medio se calcularon las **"Unidades de Importancia Ambiental (UIA)"** considerando como línea base el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia. La fórmula para calcular las Unidades de Importancia Ambiental, es la siguiente:

$$UIA = PUI\ x\ CA$$

Donde:
UIA = Unidad de Importancia Ambiental

PUI = Parámetros de Unidades de Importancia
CA = Calidad Ambiental

4. Para conocer de manera integral la calidad de los componentes ambientales, las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base.
   La línea base se consideró como el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia. La fórmula para calcular la calidad del componente es la siguiente:

$$Calidad\ del\ Componente\ Ambiental = \frac{(UIA\ del\ Componente) * (100)}{(UI\ del\ Componente)}$$

5. Finalmente, los resultados de la calidad de los componentes que se obtuvieron se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de los que representa la calidad baja u optima.

Tabla 3. Índices de calidad

Porcentaje	Nivel	Calidad
81-100	5	Alta (Optima)
61-80	4	Media – Alta
41-60	3	Media
31-40	2	Media – Baja
Menor 30	1	Baja

7.1 Descripción y Análisis Del Escenario Sin Proyecto.

El sitio donde se localiza el proyecto se encuentra intervenido por diferentes actividades industriales y comerciales, asi como por la operación de la carretera 150 D México Veracruz y de la Plaza de Cobro 117 Paso de Toro, esta situación ha provocado un deterioro ambiental en la zona.



Figura 1. Vista del Entronque (Sentido Veracruz).



Figura 2. Vista del Entronque (Sentido CDMX).

Este deterioro ambiental ha sido de manera gradual, dado que por las actividades de mantenimiento de la autopista 150 D, entronque y caseta de cobro se observan residuos de los trafitambos y de señalización en general; por la operación de una planta concretera existe presencia de polvos perimetrales, asi mismo, emisiones de GEI producto de la circulación diaria de los vehículos. Por último, se observa una tendencia de cambio de uso de suelo sin control debido a la instalación de diferentes establecimientos, como estaciones de servicio, locales comerciales, tiendas de servicio, restaurantes, asi como el pastoreo de ganado.



Figura 3. Condiciones del sitio donde se localiza en el entronque.

En la Tabla 4 se muestra el rango de calidad asignado a cada uno de los factores de lo componentes ambientales para este escenario, como se ha indicado la Tabla 2 de este capítulo, la calidad optima tiene un valor de 1, buena 0.75, media 0.5, tolerante 0.25 y baja 0.

Tabla 4. Calidad de los Componentes Ambientales en el escenario "sin proyecto".

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental
Agua	Calidad de agua	0.5
	Hidrología subterránea	0.75
Suelo	Calidad del suelo	0.5
	Relieve y carácter topográfico	0.75
	Erosión	0.75
	Estructura y características	0.5
Atmósfera	Confort sonoro	0.5
	Calidad del aire	0.5
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.5
	Captura de carbono	0.5
Flora	Diversidad florística	0.5
	Cobertura vegetal	0.5
Fauna	Diversidad faunística	0.25
	Poblaciones de fauna silvestre	0.25
	Introducción de especies exóticas	0.5
	Hábitat	0.5
	Movilidad	0.25
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.25
Socioeconómico	Actividades económicas	0.75
	Molestias y Accidentes	0.25
	Infraestructura	0.75

Tras la evaluación de la calidad de cada factor perteneciente a los componentes ambientales, se llevó a cabo la asignación de los Parámetros de Unidades de Importancia (PUI). En el marco del presente estudio, se asignó un total de **174 PUI**, los cuales fueron distribuidos entre los **21 factores** que conforman los componentes ambientales.

Tabla 5. Asignación de PUI a cada factor de los componentes ambientales.

Componente Ambiental	Factor	PUI
Agua	Calidad de agua	9
	Hidrología subterránea	9
Suelo	Calidad del suelo	8
	Relieve y carácter topográfico	8
	Erosión	8
	Estructura y características	8
Atmósfera	Confort sonoro	7
	Calidad del aire	8
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	8
	Captura de carbono	9
Flora	Diversidad florística	8
	Cobertura vegetal	9
Fauna	Diversidad faunística	9
	Poblaciones de fauna silvestre	9
	Introducción de especies exóticas	9
	Hábitat	8
	Movilidad	8
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	8
Socioeconómico	Actividades económicas	8
	Molestias y Accidentes	8
	Infraestructura	8

Asignados los valores de rango de calidad ambiental y los parámetros de unidades de importancia, se calcula el valor de unidad de importancia ambiental mediante la formula:

$$UIA = PUI\ x\ CA$$

Donde:

UIA = Unidad de Importancia Ambiental

PUI = Parámetros de Unidades de Importancia

CA = Calidad Ambiental

En la Tabla 6 se muestran los valores obtenidos en las unidades de importancia ambiental.

Tabla 6. Valoración de los componentes ambientales en el escenario "sin proyecto".

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental	PUI Parámetro	PUI Componente[1]	UIA Resultado	UIA Componente[2]
Agua	Calidad de agua	0.5	9	18	4.5	9
	Hidrología subterránea	0.5	9		4.5	
Suelo	Calidad del suelo	0.5	8	32	4	20
	Relieve y carácter topográfico	0.75	8		6	
	Erosión	0.75	8		6	
	Estructura y características	0.5	8		4	
Atmósfera	Confort sonoro	0.5	7	15	3.5	7.5
	Calidad del aire	0.5	8		4	
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.5	8	17	4	8.5
	Captura de carbono	0.5	9		4.5	
Flora	Diversidad florística	0.5	8	17	4	8.5
	Cobertura vegetal	0.5	9		4.5	
Fauna	Diversidad faunística	0.5	9	43	2.25	21.5
	Poblaciones de fauna silvestre	0.5	9		2.25	
	Introducción de especies exóticas	0.5	9		4.5	
	Hábitat	0.5	8		4	
	Movilidad	0.50.25	8		2	
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.25	8	8	2	2
Socioeconómico	Actividades económicas	0.75	8	24	6	14
	Molestias y Accidentes	0.25	8		2	
	Infraestructura	0.75	8		6	

Obtenidos los resultados de cada una de las Unidades de Importancia Ambiental, se procede a calcular la calidad de cada uno de los componentes ambientales, mediante la siguiente formula:

[1] Suma de los parámetros por componente ambiental.
[2] Suma de los resultados de las unidades de importancia ambiental de cada factor de los componentes ambientales.

$$Calidad\ del\ Componente\ ambiental = \frac{(UIA\ del\ Componente) * (100)}{(UI\ del\ Componente)}$$

En la Tabla 7 se muestra los resultados de la calidad del componente ambiental para este escenario.

Tabla 7. Resultados de la calidad de cada componente ambiental.

Componente ambiental	Calidad del componente	Nivel	Calidad
Agua	50	3	Media
Suelo	62.5	4	Media – alta
Atmósfera	50	3	Media
Cambio Climático	50	3	Media
Flora	50	3	Media
Fauna	50	3	Media
Paisaje	25	1	Baja
Socioeconómico	58	1	Media

Los resultados que arroja la evaluación de los componentes ambientales para el **escenario sin proyecto**; indican una **calidad media – alta** para el **componente suelo**, **calidad media** para **los componentes; agua, atmósfera, cambio climático, socioeconómico, flora y fauna;** finalmente para el componente **paisaje** se tiene una **calidad baja.**

Esta evaluación indica un deterioro en el sistema ambiental en general y en la zona donde se llevará a cabo el proyecto debido a las diferentes actividades económicas que se ejecutan y la poca regulación en materia ambiental. A continuación, se presenta una breve descripción de los componentes ambientales evaluados:

- **Agua:** La evaluación de este componente indica una **calidad MEDIA** Esto se debe a que la **calidad de los cuerpos de agua** superficiales ubicados dentro del SA presentan un grado de contaminación intermedio, según los resultados de los indicadores de calidad del agua superficial a nivel nacional elaborados por **CONAGUA** para el periodo **2012-2024**. Los resultados detallados de la calidad del agua de los cuerpos superficiales dentro del SA se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la calidad del agua de los cuerpos superficiales.

Indicador	El Tejar. Río Jamapa	Puente Medellín – El Tejar Río Jamapa
DBO[3]_mg/L	2 Excelente	2.32 Excelente
DQO[4]_mg/L	32.2 Aceptable	26.15 Aceptable
SST[5]_mg/L	11 Excelente	10 Excelente
COLI_FEC_NMP[6]_100mL	1590.6 Contaminada	1913.1 Contaminada
E_COLI_NMP[7]_100mL	565.2 Buena calidad	561.2 Buena calidad
OD_PORC[8]	59.35 Buena Calidad	58.8 Buena calidad
TOX_D_48_UT[9]	< 1 No Tóxico	< 1 No Tóxico
TOX_V_15_UT[10]	< 1 No Tóxico	< 1 No Tóxico

[3] Valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, en miligramos por litro.
[4] Valor de la Demanda Química de Oxígeno, en miligramos por litro.
[5] Valor de los Solidos Suspendidos Totales, en miligramos por litro.
[6] Valor de los Coliformes Fecales, en número más probable por cien mililitros.
[7] Valor de Escherichia coli, en número más probable por cien mililitros.
[8] Valor de Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, en cuerpos loticos.
[9] Valor de Toxicidad, Dafnia magna, 48 horas, Unidades de Toxicidad, en cuerpos loticos.
[10] Valor de Toxicidad, Vibrio Fisheri, 15 minutos, Unidades de Toxicidad, en cuerpos loticos.

Indicador	El Tejar. Río Jamapa	Puente Medellín – El Tejar Río Jamapa
Semáforo[11]	Amarillo	Amarillo
Contaminantes[12]	CF	CF

Los resultados de la **calidad de los cuerpos de aguas superficiales** indican que se tiene una **calidad media.** Para determinar la calidad de la hidrología subterránea se tomaron los resultados de los análisis de cuerpos subterráneos elaborados por Conagua en el periodo 2012 -2024, específicamente los ubicados dentro del acuífero Costera de Veracruz, en cual se encuentra inmerso en el SA. Los resultados de la calidad del acuífero son los siguientes:

Tabla 9. Resultados de la calidad de los cuerpos subterráneos.

Indicador	Comisión Regional de Agua Y Saneamiento Pozo 8	Comisión Regional De Agua Y Saneamiento Del Puerto De Veracruz (Beto Ávila Pozo 16-A)
ALC[13]_mg/L	255.8 Alta	263 Alta
CONDUCT_[14]mS/cm	3598 Indeseable para riego	996 Permisible para riego
SDT[15]_mg/L	2584.5 Cultivos tolerantes	646 Cultivos sensibles
FLUORUROS[16]_mg/L	0.1327 Baja	0.228 Baja
DUR[17]_mg/L	963 Muy dura e indeseable usos industrial y domestico	297 Potable - Dura
COLI_FEC_[18]NMP/100_m	19.05 Buena calidad	13.33 Buena calidad
N_NO3[19]_mg/L	0.058 Potable - Excelente	0.033 Potable - Excelente
AS_TOT[20]_mg/L	<0.0015 Potable - Excelente	0.0025 Potable - Excelente
CD_TOT[21]_mg/L	<0.0013 Potable - Excelente	<0.0013 Potable - Excelente
CR_TOT[22]_mg/L	0.008 Potable - Excelente	0.020 Potable Excelente
HG_TOT[23]_mg/L	0.0002 Potable - Excelente	0.000191169 Potable Excelente
PB_TOT[24]_mg/L	0.004 Potable Excelente	0.004328 Potable Excelente
MN_TOT_mg/L	0.07 Potable - Excelente	0.073536364 Potable - Excelente
FE_TOT_mg/L	0.24 Potable - Excelente	0.145615455 Potable - Excelente
SEMÁFORO	Amarillo	Verde
CONTAMINANTES	CONDUC, DT, SDT_ra, SDT_sal,	NA

[11] Indica el nivel de contaminación de acuerdo a los contaminantes presentes.
[12] Contaminantes presentes en incumplimiento (Contaminados)
[13] Valor de Alcalinidad Total, en miligramos por litro
[14] Valor de Conductividad en microSiemens por centímetro
[15] Valor de Solidos Disueltos Totales, en miligramos por litro
[16] Valor de Fluoruros Totales (F-), en miligramos por litro
[17] Valor de Dureza Total, en miligramos por litro
[18] Valor de Coliformes Fecales, en Numero Mas Probable por 100 mililitros
[19] Valor de Nitrógeno de Nitratos, en miligramos por litro
[20] Valor de Arsénico Total, en miligramos por litro
[21] Valor de Cadmio Total, en miligramos por litro
[22] Valor de Cromo Total, en miligramos por litro
[23] Valor de Mercurio Total, en miligramos por litro
[24] Valor de Plomo Total, en miligramos por litro

Los resultados indican que la **calidad de la hidrología subterránea** es **regular a buena**, garantizando uso para actividades del día a día.

- **Suelo:** en el **69.564 %** de la superficie total del SA no presenta erosión (CONABIO:2018), por su parte el **24.516 %** presenta una ligera degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica, finalmente **8.92 %** presenta una ligera degradación por compactación física.
  Esto da como resultado que se tenga una calidad ambiental de **media – alta** para este componente, sin embargo, no se descarta que la tendencia se incline a una **calidad media** debido a las actividades agrícolas, ganadería y el desarrollo inmobiliario que se genera en la zona.
- **Atmósfera:** para determinar la calidad del aire en la zona del proyecto se iba a utilizar la información de las estaciones de monitoreo ambiental, específicamente la ubicada en el puerto de Veracruz, sin embargo, esta no se encuentra en funcionamiento. Esta situación limita la interpretación de este parámetro.
  De acuerdo a los trabajos de campo se identificó la **presencia de fuentes fijas y móviles** lo que indica que en la zona se emiten de contaminantes en la atmosfera.
  Con respecto al **confort sonoro**, con la presencia de las **fuentes móviles** se da por entendido la **generación de ruido a nivel SA y en la zona del entronque**. Por tratarse de ruido generado por estas fuentes es complicado establecer acciones para su reducción.
- **Cambio Climático:** el principal promotor del cambio climático son los gases de efecto invernadero (GEI), tanto **a nivel SA** como en el área donde se encuentra el entronque la **presencia de fuentes móviles y fijas es considerable**, por lo tanto, la **emisión de GEI** en la atmósfera es un hecho, sin embargo, por falta de estaciones de monitoreo atmosférico en la región no es posible determinar la concentración.
- **Flora: a** nivel SA la **vegetación forestal** ha sido perturbada por las **actividades como la agricultura y la ganadería**, provocando el cambio de uso de suelo, asi mismo, por el desarrollo de la **infraestructura carretera y de desarrollo inmobiliarios** han fragmentado los manchones de vegetación forestal. Por su parte, en la **zona donde se ubica el entronque** la vegetación forestal ha sido perturbada por actividades industriales y de servicios.
- **Fauna:** la **movilidad de la fauna** en la zona del entronque se ve **obstaculizada** por la fragmentación del hábitat causada por la presencia de la carretera 150 D y 180, el flujo constante de vehículos y la ausencia de pasos de fauna adecuados.
  En cuanto a la **diversidad de especies**, la Clase Aves exhibió los índices de diversidad más elevados tanto en el sitio alterado (SA) como en el área de influencia (AI): H' = 3.66 (diversidad muy alta en SA) y H' = 3.07 (alta en AI). Los reptiles presentaron valores de diversidad mucho menores, con H' = 1.2 (muy baja en SA) y H' = 1.18 (muy baja en AI). De forma similar, los mamíferos mostraron una diversidad baja: H' = 0.80 (muy baja en SA) y H' = 0.67 (muy baja en AI). Para el grupo de los anfibios, solo se calculó un índice de diversidad para el sitio alterado (SA), obteniendo un valor de H' = 0.41 (muy baja), debido a la ausencia de registros de especies de anfibios en el área de influencia (AI).
- **Paisaje:** a nivel SA el **paisaje** ha sido **fragmentado** por la construcción de i**nfraestructura carretera**, asi como el **desarrollo inmobiliario y la remoción de vegetación**. Por su parte, en la **zona del proyecto predomina** las mismas características: **remoción de vegetación para la construcción estaciones de servicio, plantas concreteras, tiendas de conveniencia**, etc.
  De acuerdo con la evaluación del paisaje presentada en el capítulo 4 de este estudio ambiental, se obtuvo un promedio ponderado de 19.375 puntos, lo cual, de acuerdo con la escala de valoración empleada, corresponde a un valor de calidad visual BAJO.
- **Socioeconómico:** a nieve SA y en la zona del proyecto se desarrollan diferentes actividades económicas que contribuyen a la economía local de la región.

En conclusión, tanto el SA como la zona del proyecto han sido alterados por las diferentes actividades que se desarrollan y por la misma autopista 150 D, aún si no se desarrolla el proyecto la tendencia de degradación continuara en la zona, provocando que la calidad ambiental disminuya en la zona.

7.2 Descripción y Análisis Del Escenario con Proyecto y sin medidas de mitigación.

El escenario con "**proyecto y sin medidas de mitigación**" como su nombre lo indica considera el desarrollo del proyecto sin las medidas de mitigación ambiental, esto da como consecuencia un deterioro mayor a las condiciones ambientales del sitio donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto. La Tabla 10 presenta la escala de valoración utilizada para evaluar la calidad de los factores de los componentes ambientales en este escenario. Dicha escala, detallada en la Tabla 2 de este capítulo, asigna los siguientes valores: 1 para calidad óptima, 0.75 para buena, 0.5 para media, 0.25 para tolerante y 0 para baja.

Tabla 10. Calidad de los Componentes Ambientales en el escenario "con proyecto y sin medidas de mitigación".

Componente Ambiental	Factor	Calidad
Agua	Calidad de agua	0.25
	Hidrología subterránea	0.5
Suelo	Calidad del suelo	0.25
	Relieve y carácter topográfico	0.75
	Erosión	0.5
	Estructura y características	0.25
Atmósfera	Confort sonoro	0.5
	Calidad del aire	0.25
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.25
	Captura de carbono	0.25
Flora	Diversidad florística	0.25
	Cobertura vegetal	0
Fauna	Diversidad faunística	0
	Poblaciones de fauna silvestre	0.25
	Introducción de especies exóticas	0.5
	Hábitat	0.25
	Movilidad	0.25
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.25
Socioeconómico	Actividades económicas	1
	Molestias y Accidentes	0.25
	Infraestructura	1

Una vez evaluada la calidad de los factores de los componentes ambientales, se procedió a asignarles **Parámetros de Unidades de Importancia (PUI).** Para este estudio, se distribuyeron un total de **174 PUI** entre los **21 factores** que componen dichos componentes.

Tabla 11. Asignación de PUI a cada factor de los componentes ambientales.

Componente Ambiental	Factor	PUI
Agua	Calidad de agua	9
	Hidrología subterránea	9
Suelo	Calidad del suelo	8
	Relieve y carácter topográfico	8
	Erosión	8
	Estructura y características	8
Atmósfera	Confort sonoro	7
	Calidad del aire	8
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	8
	Captura de carbono	9

Componente Ambiental	Factor	PUI
Flora	Diversidad florística	8
	Cobertura vegetal	9
Fauna	Diversidad faunística	9
	Poblaciones de fauna silvestre	9
	Introducción de especies exóticas	9
	Hábitat	8
	Movilidad	8
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	8
Socioeconómico	Actividades económicas	8
	Molestias y Accidentes	8
	Infraestructura	8

Asignados los valores de rango de calidad ambiental y los parámetros de unidades de importancia, se calcula el valor de unidad de importancia ambiental mediante la formula:

$$UIA = PUI\ x\ CA$$

Donde:

UIA = Unidad de Importancia Ambiental

PUI = Parámetros de Unidades de Importancia

CA = Calidad Ambiental

A continuación, se muestran los valores obtenidos en las unidades de importancia ambiental.

Tabla 12. Valoración de los componentes ambientales en el escenario "con proyecto y sin medidas de mitigación".

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental	PUI		UIA	
			Parámetro	Componente[25]	Resultado	Componente[26]
Agua	Calidad de agua	0.25	9	18	2.25	37.5
	Hidrología subterránea	0.5	9		4.5	
Suelo	Calidad del suelo	0.25	8	32	2	44
	Relieve y carácter topográfico	0.75	8		6	
	Erosión	0.5	8		4	
	Estructura y características	0.25	8		2	
Atmósfera	Confort sonoro	0.5	7	15	3.5	37
	Calidad del aire	0.25	8		2	
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.25	8	17	2	25

[25] Suma de los parámetros por componente ambiental.
[26] Suma de los resultados de las unidades de importancia ambiental de cada factor de los componentes ambientales.

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental	PUI		UIA	
			Parámetro	Componente[25]	Resultado	Componente[26]
	Captura de carbono	0.25	9		2.25	
Flora	Diversidad florística	0.25	8	17	2	12
	Cobertura vegetal	0	9		0	
Fauna	Diversidad faunística	0	9	43	0	20
	Poblaciones de fauna silvestre	0	9		0	
	Introducción de especies exóticas	0.5	9		4.5	
	Hábitat	0.25	8		2	
	Movilidad	0.25	8		2	
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.25	8	8	2	25
Socioeconómico	Actividades económicas	1	8	24	8	83
	Molestias y Accidentes	0.5	8		4	
	Infraestructura	1	8		8	

Obtenidos los resultados de cada una de las Unidades de Importancia Ambiental, se procede a calcular la calidad de cada uno de los componentes ambientales, mediante la siguiente formula:

$$Calidad\ del\ Componente\ ambiental = \frac{(UIA\ del\ Componente) * (100)}{(UI\ del\ Componente)}$$

A continuación, se muestran los resultados de la calidad de los componentes ambientales para este escenario.

Tabla 13. Índices de calidad.

Componente ambiental	Calidad del componente	Nivel	Calidad
Agua	38	3	Media-Baja
Suelo	44	3	Media
Atmósfera	37	3	Media-Baja
Cambio Climático	25	1	Baja
Flora	12	1	Baja
Fauna	20	1	Baja
Paisaje	25	1	Baja
Socioeconómico	83	5	Alta (Optima)

Los resultados que arroja la evaluación de los componentes ambientales para el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación indican una **calidad alta** para el componente **socioeconómico**, **calidad media-baja** para los componentes **agua y atmosfera**, **media para suelo,** asi como **baja** para los **componentes cambio climático, flora, fauna y paisaje.**

Los resultados de esta evaluación indican una tendencia a la baja de la calidad ambiental en el SA y en la zona del proyecto; el único componente que se verá beneficiado es **el socioeconómico** debido a la derrama económica que se llevara en la región, la contratación de mano de obra, la compra de insumos para el desarrollo de las actividades. A continuación, se presenta una breve descripción de los componentes ambientales evaluados:

- **Agua:** se determina una **calidad media – baja** debido a la mala gestión de los residuos (RP, RME, RSU) generados en cada una de las actividades del proyecto, pueden alterar la calidad del agua de la escorrentía intermitente que se localiza a una distancia 614 m en línea recta, por su parte a nivel SA no se considera una alteración a la calidad de los cuerpos de agua que se localiza.
  Por su parte la hidrología subterránea en la zona del proyecto podrá verse afectada por derrames de sustancias químicas peligrosos como ejemplo diésel, lubricantes, etc.; cabe mencionar que esta contaminación será puntual y a nivel SA se pueden presentar los resultados mostrados en la Tabla 9.
- **Suelo:** a nivel SA las condiciones de suelo pueden presentar una tendencia de degradación debido a las actividades agrícolas, ganadería y desarrollo inmobiliario que se tiene. En área del proyecto se prevé una afectación puntual, sin que se extienda más allá de las áreas intervenidas. Por su parte, la calidad del suelo se puede ver afectada por una mala gestión de los residuos (RP, RME, RSU), debido a que estos serían colocados en contenedores inadecuados, por lo que podría suceder derrames o fugas.
- **Atmósfera:** a nivel SA la calidad del aire y confort sonoro presentaran condiciones similares, sin embargo, en el **área de proyecto** se prevé una **disminución de la calidad del aire** debido a la **generación de emisiones de GEI, $PM_{2.5}$ y PM_{10}** provocados por el movimiento de materiales y uso de maquinaria. Asimismo, la **generación de ruido aumentara** por el uso de maquinaria y equipo, esta afectación será temporal, debido a que una vez concluido el proyecto se retirara la maquinaria y equipo.
- **Cambio climático:** a **nivel SA los GEI** continuaran con su **tendencia de generación** debido a la operación de **fuentes móviles y fijas.** Por su parte en el **área del proyecto se prevé una mayor generación**, debido al **uso de maquinaria y equipo** que tiene como **fuente de energía combustibles fósiles.**
- **Flora:** la degradación de la **vegetación forestal nivel SA** continuara debido a las actividades económicas, ganaderas e industriales. Asimismo, en la zona donde se desarrollará el proyecto se **prevé una afectación a la secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**, debido que la construcción de la gaza 2 y 3 requería la remoción en una superficie **de 0.74 ha.** Asimismo, se reduce la cobertura vegetal y se corre el riesgo contaminar superficies vegetación forestal por una mala gestión de los residuos (RP, RME, RSU).
- **Fauna:** a **nivel SA se mantendrán las condiciones de la fauna**. Por su parte en la zona del proyecto la tendencia es **similar al escenario sin proyecto**, debido a que por **la construcción de las tres gazas el desplazamiento de la fauna será imposible**, lo que dará como resultado una mayor fragmentación.
- **Paisaje:** el paisaje de la zona se verá afectado por la construcción de las 3 gazas, asi como por la instalación de maquinará y equipo para llevar a cabo estas actividades, cabe destacar que esto será durante el tiempo de ejecución de las actividades.
- **Socioeconómico:** este componente es el único beneficiado debido a la derrama económica en la región por las actividades del proyecto.

En conclusión, es un **escenario desfavorable para el medio ambiente**, debido a que **habrá una mayor degradación**, consecuencia de que los impactos ambientales provocados por las actividades del proyecto no serán mitigables.

7.3 Descripción y Análisis Del Escenario Considerando Las Medidas De Mitigación

El escenario número tres **"Con proyecto y con medidas de mitigación"** considera el emplazamiento del proyecto con la aplicación de las medidas ambientales que se describen en el presente estudio. **Las condiciones ambientales actuales del sitio se verán afectadas de manera significativa, aunque serán mitigadas y compensadas**. Este escenario considera la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales residuales incluyendo los no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas. Las medidas de mitigación más relevantes que se proponen son las siguientes:

- **HIDROLOGÍA**
  - Instalación de obras provisionales a una distancia no inferior a 100 metros respecto de cualquier escorrentía natural o cuerpo de agua.
  - Implementación de un plan de capacitación al personal de la obra donde se desarrollará el tema de "Prevención de la contaminación del agua.
  - Contratación e instalación de servicios sanitarios portátiles.
- **SUELO**
  - Rescate de suelo orgánico para su dispersión en las actividades de reforestación.
  - Instalación de un almacén temporal que controle los residuos generados durante la obra.
  - Estabilización de terraplenes mediante geoceldas.
- **ATMÓSFERA**
  - Se realizará el riego de las superficies de trabajo, utilizando agua suministrada por distribuidores debidamente autorizados para su comercialización.
  - El traslado del material geológico deberá realizarse en camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos debidamente con una lona para evitar su dispersión.
  - Queda prohibido la realización de fogatas, así como la quema de leña y neumáticos en el área.
- **VEGETACIÓN**
  - Charlas de concientización para la protección de la flora silvestre.
  - Recolección de germoplasma en el área de afectación para su resguardo y posterior dispersión.
  - Establecimiento de un vivero temporal destinado al almacenamiento provisional de las especies vegetales
  - Monitoreo y mantenimiento de las especies de flora reubicadas durante un periodo mínimo de cinco años.

- **FAUNA**
  - Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre (incluyendo especies listadas bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010) hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie.
  - La construcción de la obra no se realizará en la época reproductiva.
  - Jornadas laborales diurnas para no alterar a la fauna que se localiza en el sitio
- **PAISAJE**
  - Retiro inmediato de materiales producto de la construcción.
  - Limpieza periódica durante el proceso constructivo, al finalizar la obra y durante la operación de las gazas.
- **SOCIOECONÓMICO**

- Se priorizará la contratación de mano de obra local durante la modernización del entronque Paso del Toro.
- Instalación de señalética preventiva e informativa dirigida a las comunidades circundante y al personal de obra, con el fin de evitar accidentes e informar sobre el desarrollo del proyecto.

La evaluación de la calidad de los componentes ambientales en el escenario **con proyecto y con medidas de mitigación**, se realizó con la escala que se presenta en la Tabla 2 del este capítulo, los valores que se asigna son los siguientes: 1 para calidad óptima, 0.75 para buena, 0.5 para media, 0.25 para tolerante y 0 para baja.

Tabla 14. Calidad de los Componentes Ambientales en el escenario "con proyecto y con medidas de mitigación.

Componente Ambiental	Factor	Calidad
Agua	Calidad de agua	0.5
	Hidrología subterránea	0.75
Suelo	Calidad del suelo	0.75
	Relieve y carácter topográfico	0.75
	Erosión	0.75
	Estructura y características	0.75
Atmósfera	Confort sonoro	0.5
	Calidad del aire	0.5
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.5
	Captura de carbono	0.5
Flora	Diversidad florística	0.75
	Cobertura vegetal	0.5
Fauna	Diversidad faunística	0.75
	Población de fauna silvestre	0.75
	Introducción de especies exóticas	0
	Hábitat	0.75
	Movilidad	0.5
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.5
Socioeconómico	Actividades económicas	1
	Molestias y Accidentes	0.75
	Infraestructura	1

Concluida la evaluación de la calidad de los factores de los componentes ambientales, se procedió a asignarles Parámetros de Unidades de Importancia (PUI). Para este estudio, se distribuyeron un total de 174 PUI entre los 21 factores que componen dichos componentes.

Figura 4. Asignación de PUI a cada factor de los componentes ambientales.

Componente Ambiental	Factor	PUI
Agua	Calidad de agua	9
	Hidrología subterránea	9
Suelo	Calidad del suelo	8
	Relieve y carácter topográfico	8
	Erosión	8
	Estructura y características	8
Atmósfera	Confort sonoro	7
	Calidad del aire	8
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	8
	Captura de carbono	9
Flora	Diversidad florística	8
	Cobertura vegetal	9
Fauna	Diversidad faunística	9
	Poblaciones de fauna silvestre	9
	Introducción de especies exóticas	9
	Hábitat	8

Componente Ambiental	Factor	PUI
	Movilidad	8
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	8
Socioeconómico	Actividades económicas	8
	Molestias y Accidentes	8
	Infraestructura	8

Establecidos los valores de rango de calidad ambiental y los parámetros de unidades de importancia, se calcula el valor de unidad de importancia ambiental mediante la formula:

$$UIA = PUI\ x\ CA$$

Donde:

UIA = Unidad de Importancia Ambiental

PUI = Parámetros de Unidades de Importancia

CA = Calidad Ambiental

Aplicando la formula, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 15. Valoración de los componentes ambientales en el escenario "con proyecto y con medidas de mitigación".

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental	PUI		UIA	
			Parámetro	Componente[27]	Resultado	Componente[28]
Agua	Calidad de agua	0.5	9	18	4.5	11.25
	Hidrología subterránea	0.75	9		6.75	
Suelo	Calidad del suelo	0.75	8	32	6	24
	Relieve y carácter topográfico	0.75	8		6	
	Erosión	0.75	8		6	
	Estructura y características	0.75	8		6	
Atmósfera	Confort sonoro	0.5	7	15	3.5	7.5
	Calidad del aire	0.5	8		4	
Cambio climático	Gases de efecto invernadero	0.5	8	17	4	8.5
	Captura de carbono	0.5	9		4.5	
Flora	Diversidad florística	0.75	8	17	6	10.5

[27] Suma de los parámetros por componente ambiental.
[28] Suma de los resultados de las unidades de importancia ambiental de cada factor de los componentes ambientales.

Componente Ambiental	Factor	Rango de calidad ambiental	PUI		UIA	
			Parámetro	Componente[27]	Resultado	Componente[28]
	Cobertura vegetal	0.5	9		4.5	
Fauna	Diversidad faunística	0.75	9	43	6.75	23.5
	Poblaciones de fauna silvestre	0.75	9		6.75	
	Introducción de especies exóticas	0	9		0	
	Hábitat	0.75	8		6	
	Movilidad	0.5	8		4	
Paisaje	Calidad y fragilidad del paisaje	0.5	8	8	4	4
Socioeconómico	Actividades económicas	1	8	24	8	22
	Molestias y Accidentes	0.75	8		6	
	Infraestructura	1	8		8	

En la Tabla 16 se muestran los resultados de los índices de calidad obtenidos para el escenario con proyectos y con medidas de mitigación.

Tabla 16. Índices de calidad.

Componente ambiental	Calidad del componente	Nivel	Calidad
Agua	63	4	Media - Alta
Suelo	75	4	Media – Alta
Atmósfera	50	3	Media
Cambio Climático	50	3	Media
Flora	62	4	Media – Alta
Fauna	55	3	Media
Paisaje	50	3	Media
Socioeconómico	92	5	Alta (Optima)

Los resultados obtenidos en el escenario **"Proyecto y con medidas de mitigación"** indican una mejora en los componentes ambientales, debido a ubican dentro de una calidad **Media a Alta (Optima),** a continuación, se muestra la descripción de cada uno de estos escenarios.

- **Agua:** con la aplicación de las medidas de mitigación se obtiene un valor en la **calidad Media – Alta.** Debido a que se evita la descarga de aguas residuales por el uso de los sanitarios portátiles a cuerpos de aguas superficies. Además, con la "capacitación sobre la prevención de la contaminación del agua" se genera la sinergia entre cada uno de los colaboradores del proyecto para aplicar acciones que viten la contaminación a este componente.
  En complemento a lo anterior, con la adecuada gestión de los residuos **(RP, RME y RSU)** se previene la generación de **lixiviados (RSU)** o en su caso **derrames de RP** que alteren la calidad del agua de los cuerpos superficies y en su caso de la hidrología subterránea.

A nivel SA se prevé que la calidad del agua de cuerpos superficiales y de la hidrología subterránea se mantengan constantes, debido a que los elementos que alteran su calidad son producto de actividades ajenas al proyecto.

- **Suelo:** en este escenario el componente suelo arroja un valor en la calidad **Media – Alta**, como resultado de la aplicación integral de las medidas de mitigación y la toma de conciencia por parte de los colaboradores.
  Con la capacitación sobre la prevención de la contaminación del suelo, se instruirá a los colaboradores para tomar las acciones necesarias que eviten la contaminación del suelo durante las actividades del proyecto. Asimismo, se ejecutará una adecuada gestión de los residuos (RP, RME y RSU) la cual incluye identificar los puntos de generación, el tipo de residuos, instalar contenedores debidamente identificados para su disposición, contará con almacenes temporales de acuerdo a los residuos generado (RP, RME, RSU) y finalmente contratar empresas autorizadas para su recolección.
  En complemento a lo anterior se instalarán pallets antiderrames en contenedores de sustancias químicas y kits antiderrames de sustancias químicas con el objetico de atender cualquier emergencia ambiental.
  Con la estabilización de terraplenes mediante geoceldas e hidrosiembra, se tendrá un aumento en la resistencia y estabilidad del suelo, evitando la deformación y el agrietamiento por las cargas de la estructura, asimismo, disminuyen el impacto ambiental al reducir el consumo de materiales y facilitar la revegetación en terraplenes, lo que ayuda a la conservación de recursos, finamente la superficie aproximada donde se implementarán las geoceldas es de **4735 m²** (equivalente a 0.4735 ha). Esto se determinó a partir del área que ocuparán los terraplenes una vez finalizados las obras de construcción.
  Entre los beneficios de la hidrosiembra que tiene sobre la vegetación es que se establece más rápidamente al estar protegida la semilla, se ha observado en algunos proyectos una diferenciación de un 25 % más en rapidez que si se compara la germinación realizada con medios mecánicos o manuales. Gracias a la hidrosiembra, las semillas, y los abonos, se distribuyen uniformemente, y los mulches aseguran condiciones favorables para una rápida germinación.
  A nivel SA, se espera que la tendencia de degradación continue debido que los factores que generan esta situación son ajenos al proyecto.
- **Atmósfera:** con la implementación de las medidas de mitigación da un resultado de calidad **Media**, debido a que se busca evitar la generación de polvos y partículas suspendidas mediante el riego de las superficies de trabajo, asimismo, para el traslado de material geológico se realizara mediante camiones de volteo los cuales deberán ser cubiertos con una lona.
  Se establecerá un programa de mantenimiento para la maquinaria y equipo que se utilice en las diferentes etapas del proyecto, esto con el objetivo de garantizar su funcionamiento optimo.
- **Cambio climático:** con la aplicación de las medidas para el componente atmósfera se tiene un resultado de calidad **MEDIA,** de acuerdo a las estimaciones de generación de emisiones de GEI se espera una cantidad de **203.25 $TCO_{2eq.}$** esta cantidad es reducible siempre y cuando se aplique el programa de mantenimiento para el equipo de maquinaria y equipo.
- **Flora:** en este escenario se tiene un resultado en la calidad de Medio – Alta, debido a las medidas de mitigación que se tiene para este componente (ver capítulo VI).
- **Fauna:** de acuerdo con la evaluación en este escenario se tiene un resultado en la **calidad MEDIA**, este pronóstico es resultado de la concientización que se llevara a cabo sobre la importancia de la protección de la fauna silvestre; ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna silvestre hacia hábitats seguros y adecuados para cada especie, asi como la instalación de letreros permanentes sobre el cuidado y la conservación de la fauna local en el sitio. A nivel SA la tendencia permanecerá debido son ocasionados por factores ajenos al proyecto.

- **Paisaje:** de acuerdo a la evaluación del paisaje en este escenario se tiene un resultado de **calidad MEDIA**, debido a la implementación de las medidas de mitigación propuestas**.** A nivel SA las condiciones del paisaje se prevé que continúen con la tendencia de deterioro, debido que los factores que lo afectan no tienen que ver con el desarrollo del proyecto.
- **Socioeconómico:** el resultado que se tiene en este escenario es de una calidad **Alta (Optima),** debido a la generación de empleos directo e indirectos, asi como la compra de insumos en la región.

En conclusión, este es el **escenario más favorable para el pro**yecto, debido a que las **características ambientales se ven beneficiadas por la aplicación de las medidas de mitigación**, estas se describen a mayor detalle en el capítulo 6 de esta MIA-P.

7.4. PRONÓSTICO AMBIENTA

Para determinar los pronósticos ambientales es necesario comparas los resultados de los tres escenarios, evaluados, con el fin de identificar las tendencias de degradación o en su caso de restauración en la zona, en la Tabla 17 se muestran los resultados de los tres escenarios.

Tabla 17. Resultados de los tres escenarios.

No.	Componente ambiental	Sin Proyecto			Con proyecto sin medidas			Con proyecto con medidas		
		Calidad del componente	Nivel	Calidad	Calidad del componente	Nivel	Calidad	Calidad del componente	Nivel	Calidad
1	Agua	50	4	Media	38	3	Media-Baja	63	4	Media-Alta
2	Suelo	62.5	4	Media – alta	44	3	Media	75	4	Media – Alta
3	Atmósfera	50	3	Media	37	3	Media-Baja	50	3	Media
4	Cambio Climático	50	3	Media	25	1	Baja	50	3	Media
5	Flora	50	3	Media	12	1	Baja	62	4	Media – Alta
6	Fauna	50	3	Media	20	1	Baja	55	3	Meda
7	Paisaje	25	1	Baja	25	1	Baja	50	3	Media
8	Socioeconómico	58	1	Media	83	5	Alta (Optima)	92	5	Alta (Optima)

En base a los resultados de la Tabla 17 se tienen las siguientes conclusiones:

1. **Escenario sin proyecto:** La calidad de los componentes ambientales varía de baja a media-alta. Destaca que el componente socioeconómico tiene un nivel medio, mientras que el suelo alcanza una calidad media-alta.

2. **Escenario con proyecto sin medidas:** La mayoría de los componentes muestran una disminución en la calidad respecto al escenario sin proyecto, especialmente el cambio climático, que desciende a nivel 1 con calidad baja. Esto indica que el proyecto, sin la implementación de medidas de mitigación, podría generar impactos negativos sobre los componentes ambientales.

3. **Escenario con proyecto y con medidas:** La implementación de medidas de mitigación mejora de manera significativa la calidad de los componentes ambientales. El suelo y la fauna aumentan sus niveles de calidad, y el componente socioeconómico alcanza el nivel óptimo. Incluso el cambio climático, que había mostrado una baja notable, se recupera a un nivel medio.

El escenario más adecuado es claramente el **con proyecto y con medidas**, ya que permite mantener o mejorar la calidad de los componentes ambientales, asegurando un equilibrio entre el desarrollo del

proyecto y la protección del medio ambiente y bienestar social. La implementación de medidas de mitigación demuestra ser crucial para minimizar impactos negativos y optimizar los beneficios socioeconómicos.

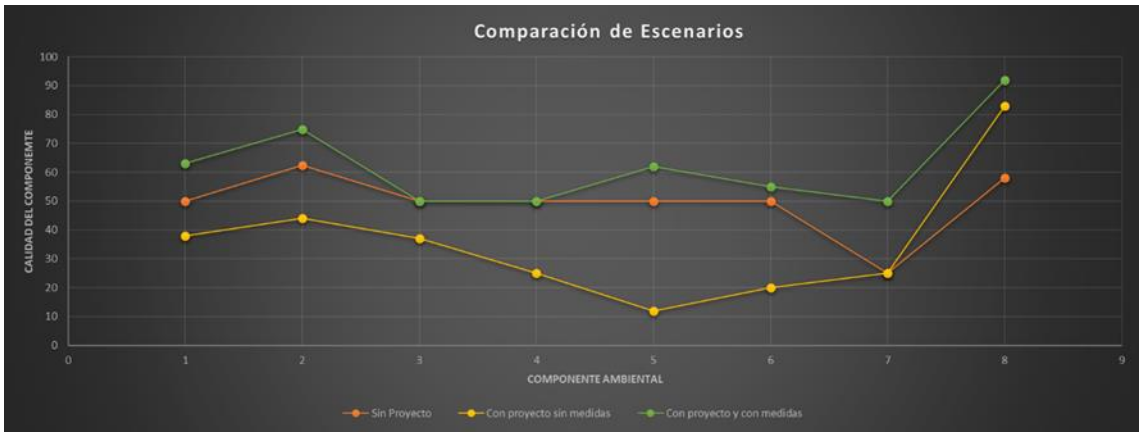
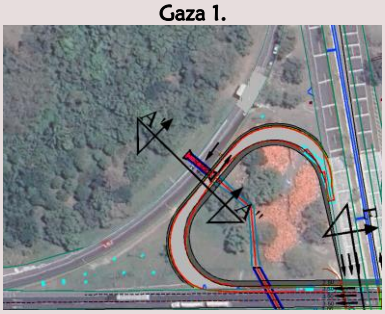
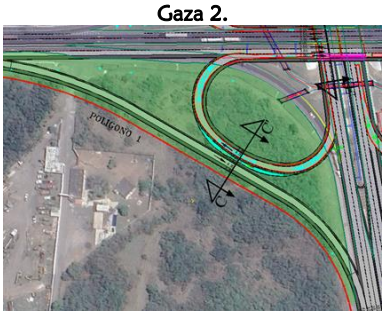


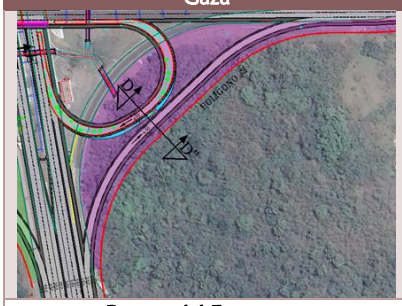
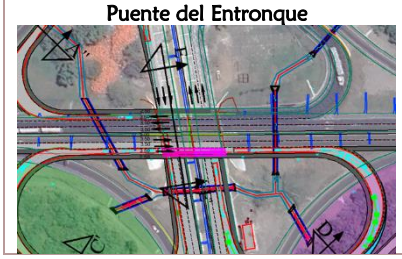
Figura 5. Tendencia de los resultados.

7.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para el diseño del proyecto desde un principio se contempló la construcción de las gazas 1, 2 y 3, junto con las cabinas remotas en sus respectivos cuadrantes, sus características se presentan en la tabla.

Tabla 18. Características de las Gazas.

Gaza	Descripción
Gaza 1. 	♦ Se ubicará en el cuadrante II, esta gaza permitirá la incorporación a la autopista 150 – D en dirección a Córdoba desde la carretera 180 en dirección a Cardel. ♦ Con inicio en el Km 9+500 de la carretera 180 y final en el Km 10+030 de la autopista 150 - D. ♦ Se construirá en su totalidad dentro del DDV de la Entronque Paso del Toro, por lo tanto, no será necesario la adquisición de nuevo DDV. ♦ Contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamientos internos y externos de 2.5 m y 1 m respectivamente. ♦ Se prevé la construcción de un muro en la parte posterior de la gaza y a un costado del existente carril de desincorporación con inicio en el Km 20+045 y fin en el Km 20+085 de la gaza proyectada. ♦ Contara con cuatro obras de drenaje.
Gaza 2. 	♦ Permitirá la desincorporación de la autopista 150 – D en dirección a Córdoba hacia la carretera 180 en dirección a Paso del Toro, ♦ La gaza inicia en el Km 9+910 de la autopista 150 – D y termina en el Km 9+499 de la carreta 180. ♦ El carril de incorporación inicia en el Km 9+754 de la carreta 180 y termina en el Km 9+736 de la autopista 150 – D. ♦ Contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamiento interno de 2.5 m y acotamiento externo de un metro, obteniendo un ancho de corona de 8 m. ♦ El carril de incorporación contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamiento interno de un metro y acotamiento externo de 2.5 m para conjuntar un ancho de corona de 8 m. ♦ La longitud del eje de la nueva gaza será de 189.29 m, en la cual se contempla la instalación de una cabina auxiliar de cobro que corresponderá a la caseta de cobro Paso del Toro. ♦ El eje del carril de incorporación contará con una longitud de 440.77 m. ♦ Este cuadrante contara con tres obras de drenaje.
Gaza 3.	♦ Contará con un solo carril de 4.5 m de ancho, con acotamientos interno y externo de 2.5 y 1 m, respectivamente, obteniendo un ancho de corona

Gaza	Descripción
	total de 8 m; la misma tendrá inicio en el Km 9+360 de la carretera 180 y fin en el Km 9+905 de la autopista 150 – D. ♦ El carril de desincorporación, contará con un único carril de 4.5 m de ancho, acotamiento interno de un metro de ancho y acotamiento externo de 2.5 m, para conjuntar una corona con 8 m de ancho. ♦ El carril tendrá inicio en el Km 9+720 de la autopista 150 – D y finalizará en el Km 9+179 de la carretera 180. ♦ La longitud del eje la nueva gaza será de 164.59 m. ♦ El carril de desincorporación contará con una longitud de 343.62 m.
Puente del Entronque 	♦ Se ampliará el cuerpo B (dirección paso del Toro) para contar con un carril de aceleración y desaceleración. ♦ El carril tendrá un ancho de 3.5 m con un acotamiento en el costado derecho de 2.5 m de ancho. ♦ Para mayor información revisar el capítulo 2 del presente estudio.

Cabe destacar que esta **ES LA ÚNICA ALTERNATIVA QUE SE DISEÑÓ PARA EL PROYECTO**, debido a que se adapta a las condiciones del entorno y no afecta cuerpos de agua, o en su caso no requerirá una gran superficie de remoción de vegetación forestal.

7.6 CONCLUSIONES

El análisis integral de los tres escenarios sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto con medidas de mitigación permite evaluar de manera objetiva las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona de intervención y la pertinencia del proyecto en cuestión.

En el **escenario sin proyecto**, se observa que el componente **suelo** mantiene una **calidad media-alta**, mientras que **agua, atmósfera, cambio climático, flora y fauna** presentan una **calidad media.** Sin embargo, **paisaje** se encuentran en **condiciones bajas**, reflejando un deterioro ambiental acumulado por la operación de la autopista 150 D, actividades industriales, comerciales, ganaderas y el desarrollo inmobiliario sin control. Este escenario evidencia que, aunque el entorno mantiene ciertos niveles de calidad en algunos componentes, **la tendencia natural es hacia una degradación progresiva**, lo que limita el aprovechamiento sostenible del área y la seguridad ambiental.

El **escenario con proyecto sin medidas de mitigación** muestra un panorama desfavorable para el medio ambiente. Los componentes naturales especialmente **cambio climático, flora, fauna y paisaje** sufren una reducción significativa en su calidad, mientras que el componente socioeconómico se beneficia de manera importante debido a la generación de empleos, derrama económica local y mejoras en infraestructura. Esto indica que, **si bien el proyecto representa una oportunidad de desarrollo regional, su ejecución sin un manejo ambiental adecuado podría generar impactos negativos que exacerbarían la degradación de los ecosistemas.**

El **escenario con proyecto y con medidas de mitigación** se identifica claramente **como el más adecuado y equilibrado**. Las acciones propuestas como control y disposición de residuos peligrosos y sólidos urbanos, reforestación y rescate de flora, reubicación de fauna, control de emisiones atmosféricas y capacitación del personal permiten minimizar los impactos negativos del proyecto, mejorar la calidad de los componentes suelo, agua, fauna y flora, mantener la atmósfera y el cambio climático en niveles medios, y garantizar un aprovechamiento óptimo del componente socioeconómico. Aunque el paisaje conserva algunas afectaciones irreversibles, el conjunto de medidas asegura una mitigación efectiva y una mejora general en la calidad ambiental de la zona.

En consecuencia, el proyecto es **necesario y justificado**, no solo por los beneficios socioeconómicos que aporta, sino también por su potencial para intervenir de manera planificada en una zona que ya presenta deterioro ambiental. La aplicación de medidas de mitigación asegura que los impactos negativos sean controlados, compensados o revertidos en la medida de lo posible, permitiendo que la ejecución del proyecto contribuya **al fortalecimiento de la calidad ambiental**, la protección de la biodiversidad local y el bienestar de las comunidades circundantes. Este enfoque demuestra que es posible compatibilizar el desarrollo de infraestructura con la conservación ambiental, promoviendo un equilibrio sostenible entre progreso y protección del entorno.

7.7 BIBLIOGRAFÍA

Smith, Thomas M. y Robert Leo Smith. 2007. Ecología. Sexta. editado por T. M. Smith y R. L. Smith. Madrid, España: PEARSON ED.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CAPUFE
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



Índice

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 3

8.1 Anexos impresos 3

8.2 Anexos Digitales 3

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Anexos Impresos

Lo anexos impresos que sustentan esta MIA-P son los siguientes:

- Anexo 1. Resumen ejecutivo
- Anexo 2. Reporte fotográfico
- Anexo 3. Listado de probable ocurrencia
- Anexo 4. Listado de flora registrada en campo
- Anexo 5. Reporte fotográfico de flora
- Anexo 6. Listado de fauna de probable ocurrencia
- Anexo 7. Listado de fauna registrada en campo
- Anexo 8. Reporte fotográfico de fauna
- Anexo 9. Matriz de impacto ambiental
- Anexo 10. Cartografía

8.2 Anexos Digitales

Lo anexos digitales que sustentan esta MIA-P son los siguientes:

- Anexo 11. Planta General (Archivo AutoCAD)
- Anexo 12. Carta Municipal (Archivo PDF)
- Anexo 13. Cata E14B49
- Anexo 14. Coordenadas del proyecto formato UTM Zona 15 (Archivo SHP y XLS)
  - Coordenadas Cabina de Cobro
  - Coordenadas Gasas
  - Coordenadas Obras de Drenaje
- Anexo 15. Archivos KMZ del Proyecto.
  - Cabina de Cobro
  - Entronque
  - Línea de Ceros
  - Obras de Drenaje
- Anexo 16. Archivos del área de influencia del proyecto
  - Archivos KMZ
  - Archivos SHP
- Anexo 17. Archivos del sistema ambiental del proyecto
  - Archivos KMZ
  - Archivos SHP
- Anexo 18. Archivos del proyecto
  - Archivos SHP
- Anexo 19. Fauna
  - Archivos KMZ sitios de muestreo

- Polígonos de reubicación
- Archivos SHP sitios de muestreo

- Anexo 20. Superficies a revegetar terraplenes
  - Archivos SHP