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

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

P R E S E N T A

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO

E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

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

CONTENIDO

I Datos Generales del Proyecto, del Promovente, del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental y Descripción del Proyecto 1
I.1 Datos generales del Proyecto 1
I.1.1 Nombre del proyecto 1
I.1.2 Ubicación del proyecto 1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 2
I.1.4 Presentación de la documentación legal 3
I.2 Datos del Promovente 3
I.2.1 Nombre o Razón Social 3
I.2.2 Registro Federal del Contribuyente 3
I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal 3
I.2.4 Dirección del Promovente o de su Representante Legal 3
I.3 Datos del Responsables de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 4
I.3.1 Empresa o Razón Social 4
I.3.2 Técnico responsable de la Elaboración de Impacto Ambiental 4
I.3.3 Registro Federal del Contribuyente 4
I.3.4 Dirección del Responsable Técnico del Estudio 4
I.4 Descripción del Proyecto 4
I.4.1 Información general del proyecto 4
I.4.2 Naturaleza del Proyecto 5
I.4.3 Justificación 6
I.4.4 Ubicación física y dimensiones del proyecto 7
I.4.5 Superficies requeridas 10
I.4.5.1 Superficie del derecho de vía 10
I.4.5.2 Superficie total de construcción 10
I.4.5.3 Superficie que se desmontará 11
I.4.5.4 Superficie requerida que ocuparan las obras y servicios de apoyo como campamentos, patios de maquinaria, sitios de tiro, entre otros 11
I.4.6 Dimensiones del proyecto 15
I.4.7 Inversión requerida 16
I.4.8 Características particulares del proyecto 17
I.4.8.1 Alternativas de construcción del proyecto 17
I.4.8.2 Programa de trabajo 17

I.4.8.3 Macrolocalización del proyecto 19
I.4.8.4 Representación Gráfica Local 20
I.4.8.5 Recorrido y trazo 32
I.4.8.6 Ubicación y distribución de la infraestructura carretera 55
I.4.8.7 Muros 59
I.4.9 Ubicación, descripción de obras y actividades provisionales y asociadas 65
I.4.9.2 Descripción de los servicios requeridos 74
I.4.10 Preparación de Sitio y Construcción 76
I.4.10.1 Preparación del sitio 76
I.4.10.2 Construcción 80
I.4.10.3 Descripción de la construcción de las obras de drenaje mayor 84
I.4.10.4 Operación y mantenimiento 85
I.4.10.5 Residuos 86

CUADROS

Cuadro I-1 Localidades por cadenamiento del proyecto 2
Cuadro I-2 Coordenadas UMT Zona 14 WGS84 del proyecto. 7
Cuadro I-3 Especificaciones geométricas del proyecto 15
Cuadro I-4 Desglose de inversión requerida de "E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores – Límites de los Estados Oaxaca/Guerrero, con una meta de 9.380 km más un ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca" 16
Cuadro I-5Cronograma general de trabajo para el desarrollo del proyecto en un período de cuatro años 18
Cuadro I-6Cadenamiento de las obras de drenaje propuestas 56
Cuadro I-7 Dimensiones de las obras de drenaje mayor o puentes 57
Cuadro I-8 Relación de los muros para el desarrollo del proyecto 59
Cuadro I-9 Sitios potenciales para os patios de maniobras 67
Cuadro I-10 Coordenadas UTM de los bancos de materiales detectados en la región. 72
Cuadro I-11 Residuos esperados, forma de manejo y destino final 75
Cuadro I-12 Normas para procedimientos de construcción 82
Cuadro I-13Maquinaria que se espera emplear 88

FIGURAS

Figura I-1 Mapa de Ubicación del Proyecto 2
Figura I-2 Trazo del proyecto a desarrollar 9
Figura I-3 Superficies de afectación 12

Figura I-4 Ruta seleccionada o larguillo del proyecto: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores – Límites de los Estados Oaxaca/Guerrero, con una meta de 9.380 km más un ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca 19
Figura I-5 Trazo del proyecto y la elevación topográfica 20
Figura I-6 Ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca 21
Figura I-7 Trazo del Km 0+000 al Km 4+000 22
Figura I-8 Trazo del Km 4+000 al Km 9+380 23
Figura I-9 Sección para el proyecto. 24
Figura I-10 Secciones tipo de algunos cadenamientos 25
Figura I-11 Subtramo del Km 000+0000 al Km 001+000 33
Figura I-12 Fotografías del Km 000+00 al Km 001+000 34
Figura I-13 Subtramo del Km 001+0000 al Km 002+000 35
Figura I-14 Fotografías del Km 001+000 al Km 002+000 36
Figura I-15 Subtramo del Km 002+0000 al Km 004+000 38
Figura I-16 Fotografías del Km 002+000 al Km 004+000 39
Figura I-17 Subtramo del Km 004+0000 al Km 006+000 40
Figura I-18 Fotografías del Km 004+000 al Km 006+000 42
Figura I-19 Subtramo del Km 006+0000 al Km 008+000 45
Figura I-20 Fotografías del Km 006+000 al Km 008+000 46
Figura I-21 Subtramo del Km 008+0000 al Km 009+380 49
Figura I-22 Fotografías del Km 008+000 al Km 009+380 50
Figura I-23 Fotografías del camino correspondiente al ramal 54
Figura I-24 Planta y Corte longitudinal del puente 1 a la altura 1+190 57
Figura I-25 Planta y Corte longitudinal del puente 1 a la altura del Km 2+272 58
Figura I-26 Sección transversal de los puentes 59
Figura I-27 Muros que se construirán para proyecto 61
Figura I-28 Áreas potenciales para la ubicación de los Patios de maniobras 68
Figura I-29 Ubicación de los Bancos de materiales 73
Figura I-30 Trabajos de construcción para puentes menores 84

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado "**E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores – Límites de los Estados Oaxaca/Guerrero, con una meta de 9.38 km más un ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca**", se pretende desarrollar al noroeste del estado de Oaxaca, dentro de la Región Mixteca, comprendiendo parte de los municipios pertenecientes a los Distritos de Santiago Juxtlahuaca y Silacayoápam.

El tramo principal del proyecto, con una longitud de 9.380 km, se localiza entre las coordenadas extremas UTM, Datum WGS84, Zona 14 Norte, correspondientes al cadenamiento 0+000 con coordenadas X = 575,612.49 m y Y = 1,912,715.92 m, y el cadenamiento 009+380 con coordenadas X = 573,063.09 m y Y = 1,908,743.07 m.

De manera complementaria, el proyecto contempla un ramal con longitud aproximada de 0.911 km, el cual iniciará en el cadenamiento 000+000 del ramal, con igualdad kilométrica respecto al tramo principal en el Km 003+900, y concluirá en el Km 000+911.15 Las coordenadas extremas del citado ramal corresponden a X = 576366.46 m y Y = 1910805.10 m en el Km 000+000, y X = 576574.33 m y Y = 1910311.20 m en el Km 000+845.

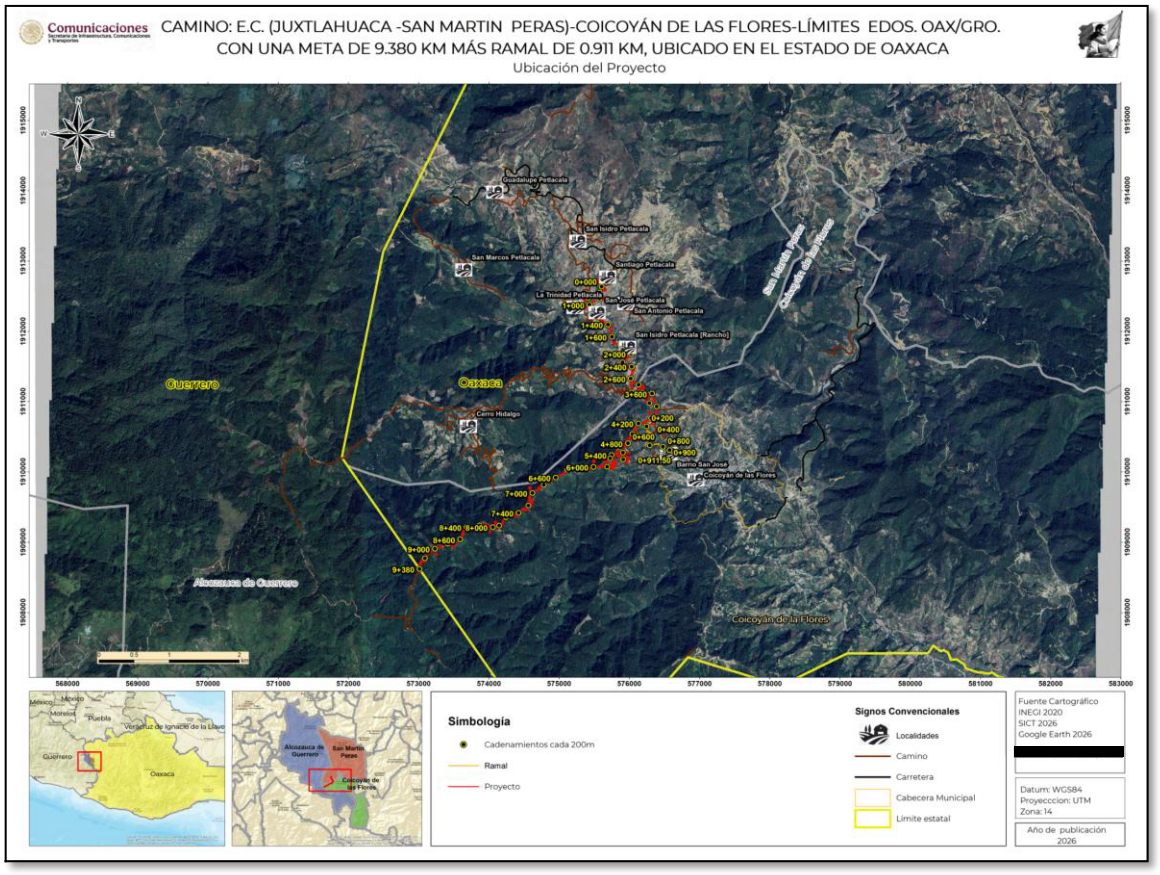
Las localidades donde se ubica el proyecto, de acuerdo con sus respectivos cadenamientos, se presentan en el **Cuadro I-1**.

Con base en las coordenadas anteriormente señaladas y en el mapa mostrado en la **Figura I-1**, el proyecto consiste en el mejoramiento de un camino existente, cuyo trazo aprovechará en gran medida la infraestructura actualmente en operación; sin embargo, se contemplan rectificaciones geométricas puntuales y ajustes al alineamiento horizontal y vertical con la finalidad de adecuar las características técnicas del camino a las condiciones de operación requeridas.

CUADRO I-1 LOCALIDADES POR CADENAMIENTO DEL PROYECTO

Parte del proyecto	Localidades	Cadenamientos
Camino principal del 9.380	Santiago Petlacala	000+000 al 001+040
	San José Petlacala	001+040 al 001+600
	San Isidro Petlacala	001+600 al 002+500
	Coicoyán de las Flores	002+760 al 004+500
	Terrenos del Municipio de Coicoyán	004+500 al Km 009+380
Ramal	San Nicolás Petlacala	000+000 al 000+911.15

FIGURA I-1 MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del camino de 9.380 Km y de su ramal de 0.911 Km, se considera permanente; sin embargo, sus condiciones de operación dependerán directamente de las acciones de conservación y mantenimiento que se apliquen a lo largo del tiempo.

Debido a que corresponde a un camino rural alimentador, la permanencia de sus condiciones funcionales y de seguridad vial estará asociada a la ejecución periódica de trabajos de conservación preventiva y correctiva por parte de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), con la finalidad de mantener la transitabilidad y operación adecuada de la vialidad.

I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En el Anexo Legal de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R), se agrega la documentación que acredita la personalidad jurídica del promovente, incluyendo el nombramiento del **Ing. Gilberto Hernández Morales**, en su carácter de Titular de la Dirección General del Centro SICT Oaxaca de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, así como copia de su identificación oficial vigente.

I.2 DATOS DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES CENTRO SCT OAXACA

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE

SCT051121IB4

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Ing. Gilberto Hernández Morales
Director General del Centro SICT Oaxaca
Secretaria de infraestructura Comunicaciones y Transportes

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL

Calle	Carretera Cristóbal Colón Km. 6.5 Tramo Oaxaca-Tehuantepec
Colonia	Del Bosque
Municipio	Oaxaca
Estado	Oaxaca
Teléfono	951-515-9515 y 951-502-1400
C.P.	68000
Correo electrónico	gilberto.hernandez@sict.gob.mx

I.3 DATOS DEL RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 EMPRESA O RAZÓN SOCIAL

Society & Nature Consultancy S.C.

I.3.2 TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Cynthia Elizabeth Villalobos Flores

I.3.3 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE

[redacted]

I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

I.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto denominado "**E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores – Límites de los Estados Oaxaca/Guerrero, con una meta de 9.38 km más un ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca**", corresponde al mejoramiento y modernización de un camino rural existente mediante la construcción de una carretera tipo "D" o alimentadora rural, la cual prestará un servicio fundamental en el ámbito municipal y local, favoreciendo la conectividad y movilidad entre diversas localidades de los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras.

El proyecto permitirá mejorar la comunicación terrestre hacia las localidades de Coicoyán de las Flores y Barrio San José, pertenecientes al municipio de Coicoyán de las Flores, así como Cerro Hidalgo, Rancho San Isidro Petlacala, San José Petlacala, La

[redacted]

Trinidad Petlacala, San Antonio Petlacala, Santiago Petlacala, San Marcos Petlacala, San Isidro Petlacala y Guadalupe Petlacala, pertenecientes al municipio de San Martín Peras.

El proyecto abarcará una longitud total de **10.291** km, dividida en 9.380 km correspondientes al tramo principal y 0.911 km correspondientes al ramal ubicado en San Nicolas Petlacala. La sección proyectada considera un ancho de corona de 7.0 m, conformado por dos carriles de circulación de 3.5 m cada uno, alojados dentro de un ancho de construcción promedio aproximado de 17.5 m entre líneas de ceros, el cual podrá presentar variaciones puntuales derivadas de las condiciones topográficas y de los ajustes geométricos requeridos a lo largo del trazo.

Debido a que el proyecto aprovechará en gran medida el camino actualmente existente, se contemplan rectificaciones geométricas y adecuaciones al alineamiento horizontal y vertical, con la finalidad de mejorar las condiciones de operación, seguridad vial y funcionalidad del corredor carretero. Asimismo, se considera la construcción de obras de drenaje y estructuras complementarias, además de la pavimentación de la superficie de rodamiento. Con el proyecto se logrará:

- Mejorar la movilidad de los pobladores de los municipios Coicoyán de Flores y San Martin Pertas
- Disminuir el aislamiento de una zona rural
- Permitir que las personas puedan tener mayor accesibilidad a los servicios básicos, como educación, salud, y otros

I.4.2 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la modernización de un camino de terracería existente mediante la construcción de un nuevo cuerpo carretero, mismo que será desarrollado con recursos financieros federales.

La obra corresponde a una vía general de comunicación o carretera, debido a que cumple con lo establecido en el inciso “c” del artículo 2 de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, el cual establece que son caminos o carreteras aquellos que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación con recursos federales o mediante concesión federal (sic).

> *“Artículo 1o. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Articulo siguiente, los cuales constituyen vías generales de*

comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Artículo 2o.- Para los efectos de este Ley, se entenderá por:
I. Caminos o carreteras:
a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.
b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y
c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios."

Considerando que el proyecto incluye obras nuevas asociadas a una vía general de comunicación y que su ejecución puede generar efectos sobre el ambiente, el promovente determinó someterlo al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 28, fracciones I y VII, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en los incisos B) y O) de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

I.4.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto se justifica por la necesidad de fortalecer la conectividad, accesibilidad y seguridad vial entre las localidades pertenecientes a los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, ubicados en la región Mixteca del estado de Oaxaca, caracterizada por presentar condiciones de alta y muy alta marginación, rezago social y limitada infraestructura de comunicación terrestre.

El camino actual presenta diversas limitaciones para el tránsito vehicular, debido a que no cuenta con pavimento, presenta condiciones geométricas deficientes y curvas peligrosas, además de interrupciones temporales a la circulación durante la temporada de lluvias, situación que disminuye las condiciones de movilidad y seguridad vial para las localidades de la zona.

De acuerdo con el diagnóstico territorial y regional desarrollado para los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios involucrados, persisten problemáticas asociadas a la insuficiente cobertura de infraestructura carretera, tiempos prolongados de traslado, limitada accesibilidad a servicios básicos y restricciones para la movilidad regional de personas, bienes e insumos.

Asimismo, las condiciones físicas y operativas actuales de los caminos existentes dificultan la comunicación eficiente entre localidades rurales e indígenas, particularmente durante temporadas de lluvia, lo que incrementa el aislamiento

territorial y limita el acceso oportuno a servicios de salud, educación, abasto, actividades productivas y centros regionales de intercambio económico y social.

En este contexto, el proyecto permitirá mejorar las condiciones de tránsito y conectividad regional, reduciendo tiempos de recorrido y favoreciendo una movilidad más segura y eficiente para la población local. De igual manera, contribuirá al fortalecimiento de las actividades económicas y productivas de la región, facilitando el transporte de personas, mercancías e insumos, así como una mayor integración territorial entre comunidades.

Por lo anterior, el proyecto constituye una obra de interés social y regional, orientada a disminuir las condiciones de aislamiento territorial, mejorar la accesibilidad y contribuir al desarrollo económico y al bienestar de la población de la región Mixteca del estado de Oaxaca.

I.4.4 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

Los terrenos donde se pretende desarrollar el proyecto de vialidad rural se localizan en los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, en la región Mixteca del estado de Oaxaca. Las coordenadas UTM correspondientes al eje del proyecto se presentan en el **Cuadro I-2**, las cuales corresponden a puntos de referencia ubicados aproximadamente cada 100 metros a lo largo del trazo proyectado, empleando el sistema de referencia WGS84, Zona 14N.

Asimismo, en la **Figura I-2** se muestra la localización general del proyecto y el desarrollo del trazo propuesto.

CUADRO I-2 COORDENADAS UMT ZONA 14 WGS84 DEL PROYECTO.

Cadenamiento	X	Y	Cadenamiento	X	Y
Camino San Martin Peras – Coicoyán de Flores del Km 000+000 al Km 009+380					
0+000	575612.49	1912715.92	5+000	575961.26	1910117.53
0+100	575555.19	1912717.97	5+100	575909.42	1910047.54
0+200	575607.32	1912637.53	5+200	575870.65	1909957.92
0+300	575645.86	1912577.94	5+300	575806.76	1909884.24
0+400	575580.24	1912552.33	5+400	575822.84	1909964.50
0+500	575638.74	1912475.09	5+500	575820.09	1910060.19
0+600	575575.84	1912467.83	5+600	575842.98	1910153.81
0+700	575500.46	1912518.12	5+700	575797.92	1910215.54
0+800	575414.58	1912476.05	5+800	575700.54	1910192.84
0+900	575370.92	1912449.61	5+900	575617.81	1910142.03
1+000	575436.77	1912375.24	6+000	575701.20	1910143.33
1+100	575512.60	1912311.55	6+100	575700.58	1910097.66



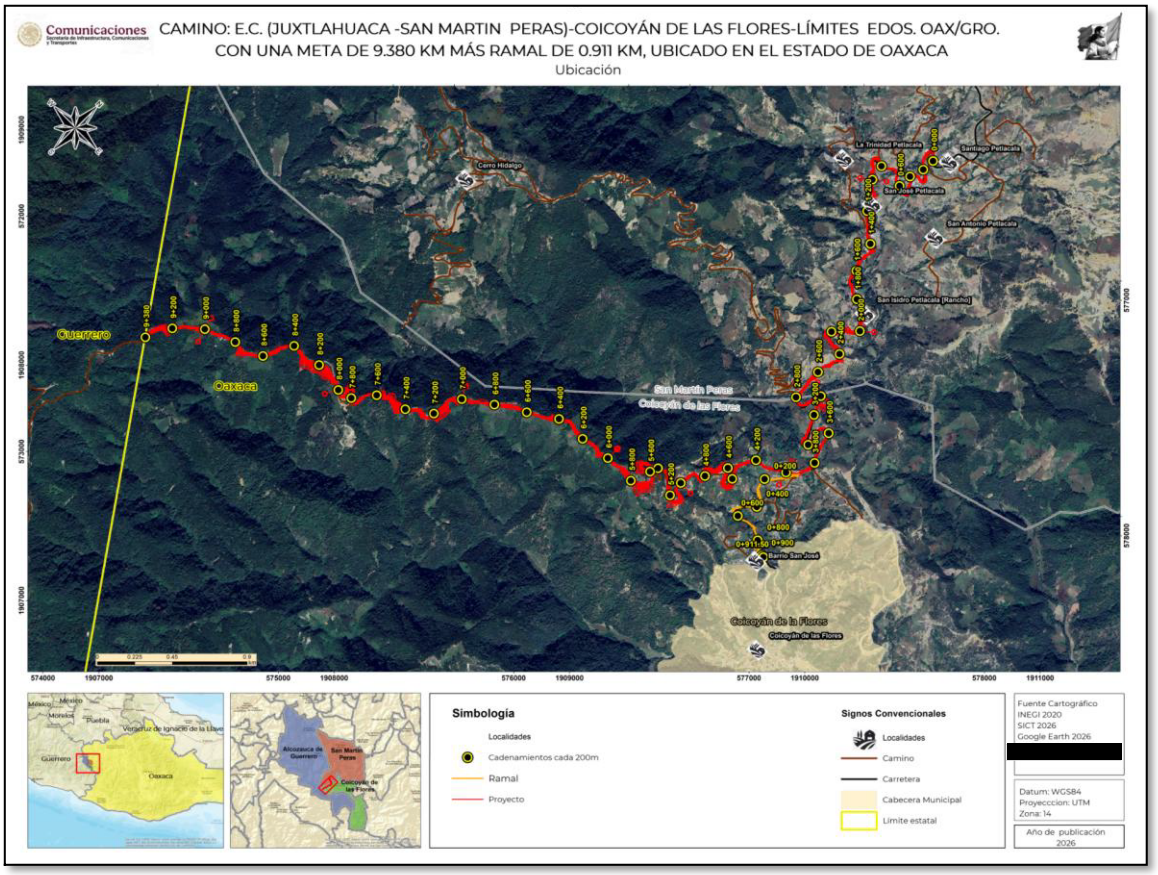
Cadenamiento	X	Y	Cadenamiento	X	Y
1+200	575546.81	1912218.33	6+200	575601.51	1910085.94
1+300	575618.49	1912148.66	6+300	575502.38	1910074.46
1+400	575702.70	1912096.45	6+400	575407.01	1910058.48
1+500	575727.75	1912014.40	6+500	575311.81	1910059.18
1+600	575753.10	1911922.30	6+600	575228.44	1910004.40
1+700	575782.18	1911831.33	6+700	575143.17	1909961.14
1+800	575878.49	1911804.60	6+800	575045.43	1909982.28
1+900	575965.44	1911759.34	6+900	574947.21	1909976.98
2+000	576025.92	1911680.90	7+000	574854.24	1909943.05
2+100	575974.38	1911600.70	7+100	574797.84	1909860.68
2+200	575892.27	1911553.49	7+200	574735.09	1909783.44
2+300	575956.95	1911511.24	7+300	574660.61	1909716.71
2+400	576055.61	1911495.22	7+400	574595.90	1909643.61
2+500	576034.46	1911407.33	7+500	574613.13	1909546.82
2+600	576020.74	1911311.26	7+600	574566.94	1909468.85
2+700	576030.46	1911211.74	7+700	574467.03	1909467.14
2+800	576032.53	1911111.80	7+800	574409.38	1909391.10
2+900	576001.03	1911022.44	7+900	574319.54	1909416.06
3+000	575918.55	1910966.93	8+000	574238.49	1909360.09
3+100	575957.99	1910929.75	8+100	574220.47	1909272.88
3+200	576055.04	1910950.49	8+200	574209.28	1909174.84
3+300	576152.01	1910954.76	8+300	574126.10	1909146.78
3+400	576244.62	1910929.07	8+400	574044.11	1909204.02
3+500	576272.93	1911013.20	8+500	573978.08	1909277.04
3+600	576278.23	1911108.67	8+600	573899.89	1909317.14
3+700	576337.94	1911075.17	8+700	573841.22	1909270.21
3+800	576366.30	1910980.05	8+800	573922.29	1909240.20
3+900	576396.67	1910891.09	8+900	573837.60	1909189.20
4+000	576357.86	1910800.00	9+000	573765.38	1909240.96
4+100	576274.00	1910748.33	9+100	573672.38	1909224.07
4+200	576188.68	1910698.40	9+200	573616.43	1909141.27
4+300	576105.53	1910663.19	9+300	573550.74	1909066.18
4+400	576084.37	1910567.21	9+400	573574.35	1908971.50
4+500	576115.03	1910473.16	9+500	573500.93	1908935.84
4+600	576094.54	1910376.93	9+600	573404.42	1908936.75
4+700	576048.93	1910295.94	9+700	573313.56	1908897.15
4+800	576090.34	1910212.49	9+800	573222.73	1908856.72
4+900	576056.05	1910120.56	9+900	573147.99	1908790.67
			10+000	573063.09	1908743.07

Ramal de 0.911 Km, igualdad 000+000 = 3+900 con tramo del camino

CADENAMIENTOS	X	Y	CADENAMIENTOS	X	Y
0+000	576366.46	1910805.10	0+480	576271.15	1910447.02
0+020	576358.10	1910786.94	0+500	576263.19	1910428.29
0+040	576349.17	1910769.09	0+520	576253.31	1910411.01
0+060	576340.86	1910750.92	0+540	576243.53	1910394.09
0+080	576329.24	1910734.68	0+560	576251.76	1910376.85
0+100	576316.22	1910719.50	0+580	576270.95	1910374.84
0+120	576303.85	1910703.80	0+600	576290.59	1910378.58
0+140	576292.54	1910687.30	0+620	576310.56	1910379.57
0+160	576279.08	1910672.63	0+640	576330.40	1910381.48
0+180	576262.49	1910661.47	0+660	576348.92	1910388.95
0+200	576247.50	1910648.57	0+680	576368.08	1910394.31

CADENAMIENTOS	X	Y	CADENAMIENTOS	X	Y
0+220	576244.89	1910629.27	0+700	576388.04	1910395.66
0+240	576251.34	1910610.34	0+720	576407.95	1910395.69
0+260	576257.87	1910591.44	0+740	576425.41	1910386.28
0+280	576267.83	1910574.20	0+760	576443.35	1910377.69
0+300	576282.87	1910561.17	0+780	576462.10	1910370.89
0+320	576301.13	1910553.08	0+800	576478.25	1910359.20
0+340	576319.78	1910545.86	0+820	576493.06	1910345.76
0+360	576335.68	1910534.32	0+840	576507.86	1910332.31
0+380	576340.71	1910515.37	0+860	576524.25	1910320.94
0+400	576332.62	1910497.48	0+880	576542.95	1910313.98
0+420	576319.84	1910482.09	0+900	576562.78	1910311.70
0+440	576304.75	1910469.03	0+911.50	576574.33	1910311.20
0+460	576287.93	1910458.22			

FIGURA I-2 TRAZO DEL PROYECTO A DESARROLLAR



I.4.5 SUPERFICIES REQUERIDAS

I.4.5.1 SUPERFICIE DEL DERECHO DE VÍA

Para el proyecto se considera un Derecho de Vía con un ancho de 40 m a lo largo del trazo carretero, equivalente a una superficie aproximada de **41.16 ha**, incluyendo el tramo principal y el ramal proyectado.

I.4.5.2 SUPERFICIE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN

Con base en las características geométricas del proyecto, las adecuaciones requeridas al alineamiento horizontal y vertical, así como las áreas necesarias para la ampliación de la sección de operación, se estima que la superficie total de construcción será de aproximadamente **19.44 ha.**

Cabe señalar que el desarrollo del proyecto aprovechará en gran medida el camino actualmente existente; sin embargo, debido a las condiciones geométricas y operativas requeridas para la modernización del corredor carretero, será necesario realizar ampliaciones y rectificaciones puntuales del trazo. En este sentido, algunos segmentos requerirán apertura de nuevos cortes y ampliación de la sección vial en subtramos específicos, entre los que destacan los comprendidos entre los cadenamientos Km 4+500 al Km 4+700, Km 5+400 al Km 5+650 y Km 9+300 al Km 9+380.

En el caso del ramal de 911.15 m, las obras previstas incluyen adecuaciones geométricas, ampliación de la sección de operación, incorporación de obras de drenaje y mejoramiento general de las condiciones de transitabilidad.



I.4.5.3 SUPERFICIE QUE SE DESMONTARÁ

Con base en la delimitación de las áreas con cobertura forestal dentro de la zona de construcción, se estima que la superficie con vegetación nativa susceptible de afectación corresponderá aproximadamente a **8.9 ha**.

El proyecto considera un ancho promedio de construcción aproximado de **17.50 m** entre líneas de ceros, procurando restringir al máximo la afectación a la vegetación nativa y agrícola adyacente.

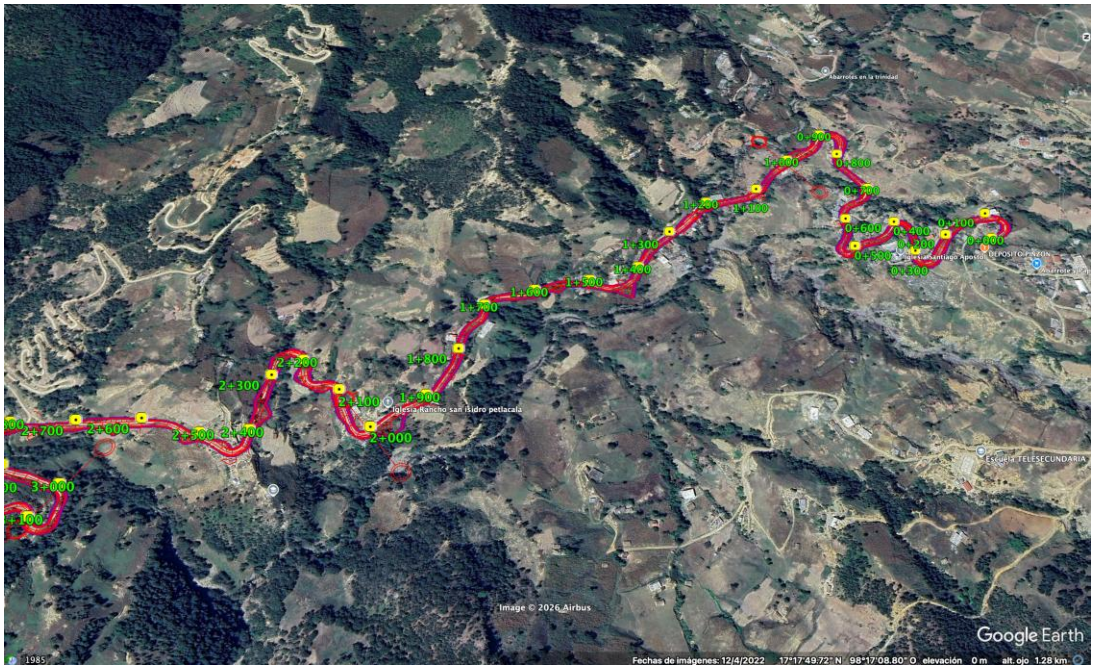
Cabe señalar que también se realizarán trabajos de restauración y reforestación en una superficie aproximada de **26.22 ha**.

I.4.5.4 SUPERFICIE REQUERIDA QUE OCUPARAN LAS OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO COMO CAMPAMENTOS, PATIOS DE MAQUINARIA, SITIOS DE TIRO, ENTRE OTROS.

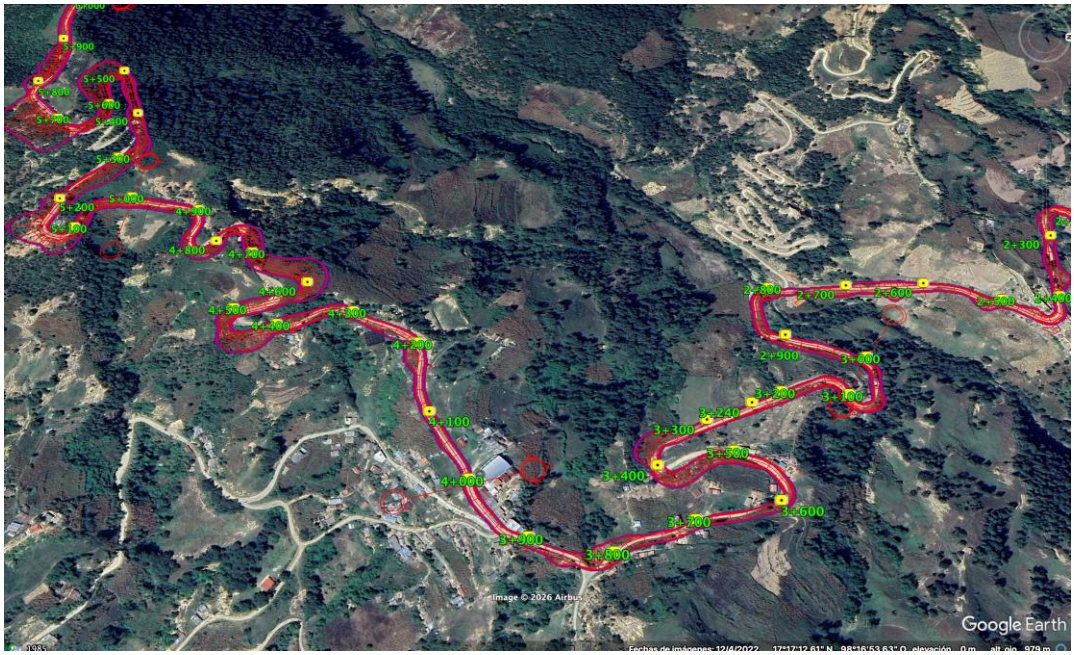
Para el desarrollo del proyecto será necesaria la instalación temporal de obras y servicios de apoyo, tales como frentes de trabajo, áreas para maquinaria, almacenamiento temporal de materiales y sitios auxiliares asociados a las actividades constructivas.

Asimismo, los frentes de obra, campamentos, áreas de almacenamiento temporal, tránsito de vehículos, maquinaria, equipo y sanitarios se alojarán preferentemente sobre la terracería existente y dentro del área de afectación del proyecto, correspondiente a una superficie aproximada de **19.44 ha**, procurando evitar la ocupación adicional de superficies fuera del área requerida para la construcción.

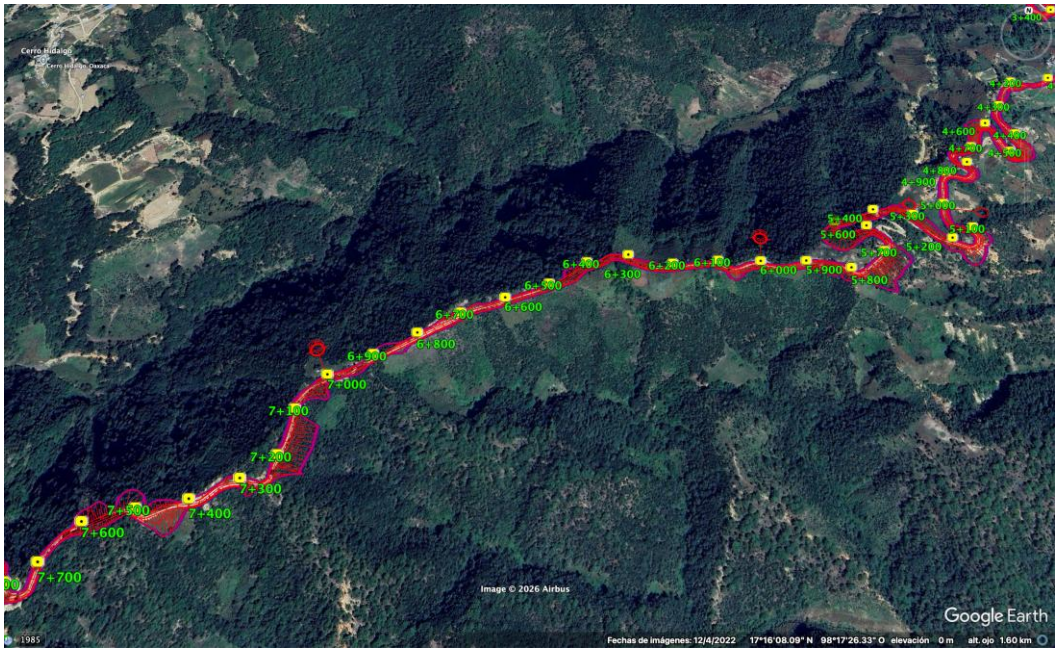
FIGURA I-3 SUPERFICIES DE AFECTACIÓN



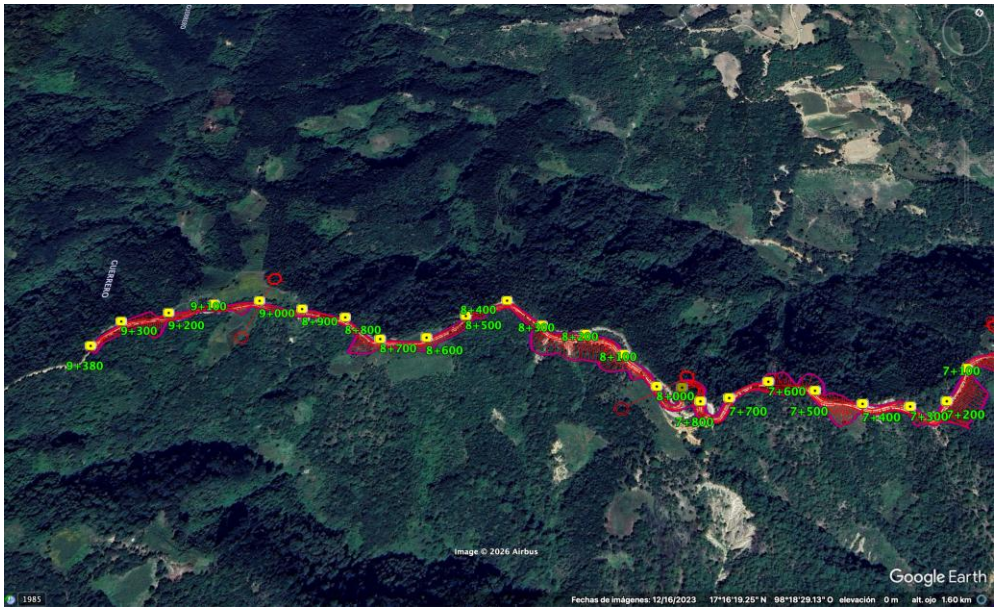
Del Km 0+000 al Km 2+500



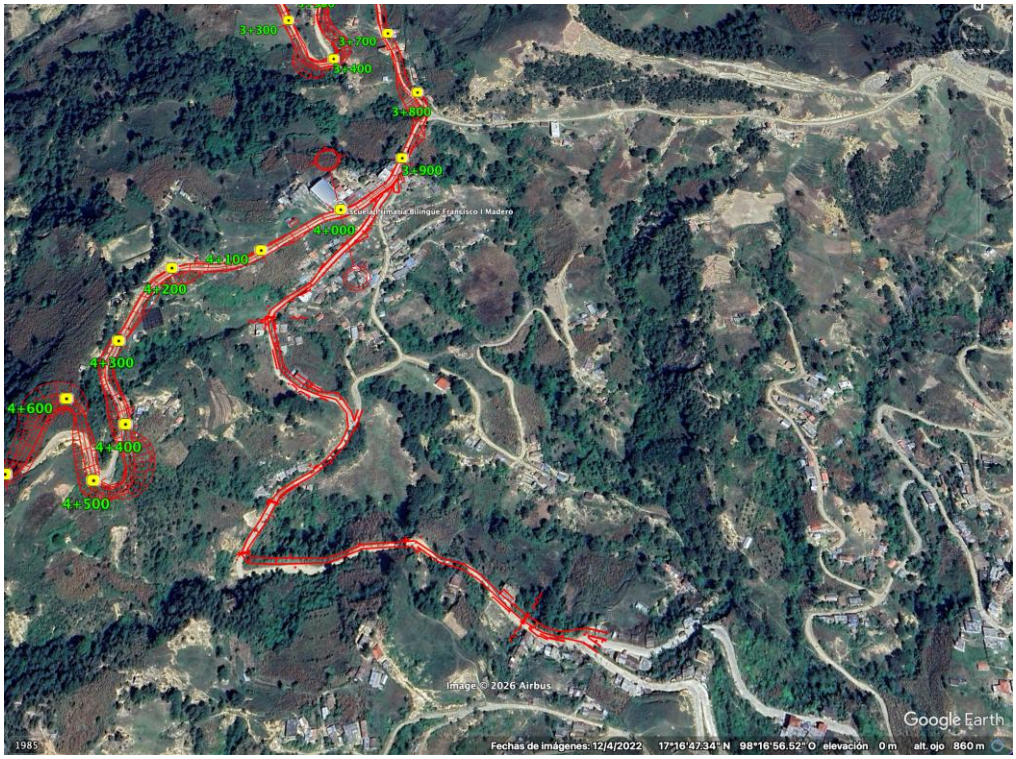
Del Km 2+500 al Km 5+000



Del Km 5+000 al Km 7+500



Del Km 7+500 al Km 9+380



Ramal (se desprende del Km 3+900 del tramo principal), va del cadenamiento 000+000 al Km 000+911.15

I.4.6 DIMENSIONES DEL PROYECTO

Las dimensiones y características geométricas del proyecto fueron definidas con base en las condiciones topográficas del sitio, el trazo del camino existente y los requerimientos de operación y seguridad vial para la modernización de la vialidad rural.

Actualmente, el camino presenta limitaciones geométricas y operativas asociadas a segmentos angostos, curvas pronunciadas, pendientes y condiciones regulares de la superficie de rodamiento, lo que dificulta el tránsito seguro y continuo de vehículos, particularmente durante la temporada de lluvias.

Debido a las características del terreno, así como a la necesidad de realizar cortes, rellenos y obras de drenaje en algunos segmentos, el ancho de afectación presenta variaciones a lo largo del trazo; sin embargo, se estima un ancho promedio de afectación aproximado de **17.5 m** entre líneas de ceros. En el **Cuadro I-3** se presentan las principales especificaciones geométricas y dimensiones generales del proyecto

CUADRO I-3 ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS DEL PROYECTO

Concepto	Especificaciones Actuales	Especificación Futuras
Cadenamientos de inicio y fin de la carretera San Martin Peras -Coicoyán	0+000 al 009+379	0+000 al 009+380
San Nicolas Petlacala	0+000 al 000+911.561	0+000 al 000+911.561
Sección tipo	Camino de terracería	Tipo D
Longitud total de la vialidad (tramo principal más ramal)	10,291.15 m	10,291.15 m
Número de carril	2	
Ancho de carriles	2.5-3.5 m	3.5 m
Ancho de calzada	5-8 m promedio	7.0 m
Ancho de Derecho de Vía	No Aplica	40.0 m
Ancho promedio de afectación	No Aplica	17.5 m
Ancho mínimo de afectación	No Aplica	10a 12 m
Ancho máximo de afectación	No Aplica	30 a 40 m
Acotamiento Interior	No Aplica	0
Acotamiento exterior	No Aplica	0
Ancho de Corona	5-8 m promedio	7.0 m
Superficie total de construcción esperada	No Aplica	19.44 ha
Superficie de camino existente	5.27 ha	No Aplica
Superficie que será ampliada	No aplica	14.17 ha

Concepto	Especificaciones Actuales	Especificación Futuras
Superficie de Derecho de Vía	No Aplica	41.16 ha
Superficie de Obra en Zona Federal en caso de aplicar	No Aplica	372.13 m^2
Superficie de CUSTF	No Aplica	8.9 ha
Superficie de Área de Influencia (AP)	No Aplica	19.44 ha
Superficie de Área de Influencia Indirecta (AI)	No Aplica	41.72 ha (que corresponde al Derecho de Vía)
Total de obras de drenaje	20	20
Obras de drenaje mayor	Dos puentes	Dos puentes
Obras de drenaje menor	18	18
Velocidad promedio	30 km//h	30 km//h

I.4.7 INVERSIÓN REQUERIDA

El monto total estimado para la construcción del proyecto, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado (IVA), asciende a la cantidad de **$136,279,029.01 (ciento treinta y seis millones doscientos setenta y nueve mil veintinueve pesos 01/100 M.N.),** correspondiente a las obras necesarias para la modernización del camino E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites de los estados de Oaxaca y Guerrero, con una meta de 9.830 Km más un ramal de 0.911 Km.

Por la naturaleza del proyecto, no se prevé recuperación directa de la inversión, dado que su objetivo principal es mejorar las condiciones de conectividad, accesibilidad y seguridad vial de las comunidades beneficiadas. En el **Cuadro I-4** se presenta el desglose general de inversión requerida para el desarrollo del proyecto.

CUADRO I-4 DESGLOSE DE INVERSIÓN REQUERIDA DEL CAMINO "E.C. (JUXTLAHUACA – SAN MARTÍN PERAS) – COICOYÁN DE LAS FLORES – LÍMITES DE LOS ESTADOS OAXACA/GUERRERO, CON UNA META DE 9.380 KM MÁS UN RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA"

Concepto	Importe (Costo directo)
01 Terracerías	$80,614,371.60
02 Estructuras	$10,311,461.55
03 Obras complementarias	$3,099,891.59
04 Pavimentos	$20,683,529.07
05 Señalamiento y dispositivos de seguridad	$1,356,388.31
06 Señalamiento y dispositivos para protección de obra	$213,386.89
07 Medidas de mitigación	$20,000,000.00
TOTAL A COSTO DIRECTO	**$136,279,029.01**

I.4.8 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

I.4.8.1 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Para el desarrollo del presente proyecto se analizaron diferentes alternativas de trazo, procurando en todo momento aprovechar el camino de terracería existente y mejorar sus condiciones geométricas de alineamiento horizontal y vertical.

Asimismo, durante la definición del trazo se consideraron las condiciones topográficas de la zona, buscando reducir al máximo los cortes de excavación, movimientos de tierra y áreas sujetas a cambio de uso de suelo, seleccionándose finalmente la alternativa que representó menores afectaciones ambientales y mejores condiciones de operación y seguridad vial. En la **Figura I-3** se muestra la ruta definitiva del proyecto del camino **con una meta de 9.380 km** más un **ramal de 0.911 km (911.15 m)**, ubicado en el estado de Oaxaca.

I.4.8.2 PROGRAMA DE TRABAJO

Al momento de la elaboración del presente estudio, el Centro SICT Oaxaca no ha definido la fecha de inicio de las obras y actividades del proyecto, debido a que ésta dependerá de los tiempos requeridos para la obtención de autorizaciones, permisos ambientales y demás gestiones administrativas aplicables.

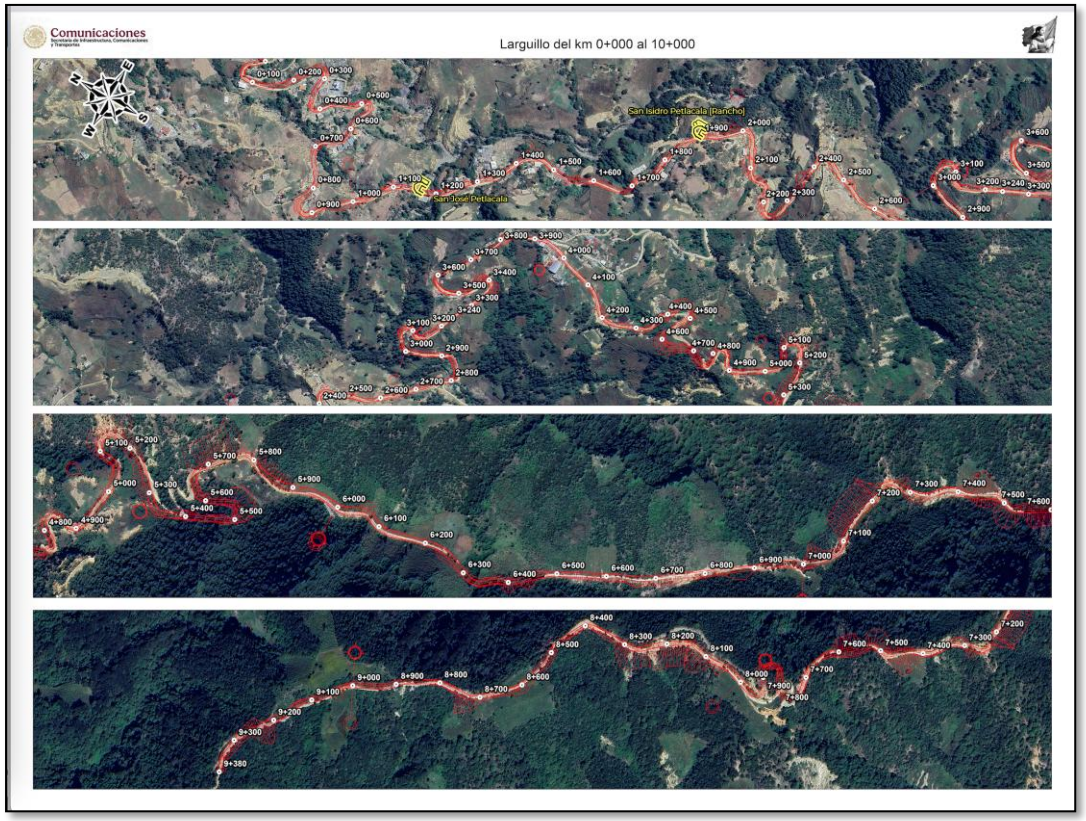
No obstante, en el **Cuadro I-5** se presenta un cronograma general de trabajo elaborado de manera preliminar, en el cual se indican las principales actividades previstas para las etapas de preparación del sitio, construcción, restauración ambiental y seguimiento ambiental del proyecto, que se realizarán a lo largo de 48 meses de trabajos.

CUADRO I-5CRONOGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EN UN PERÍODO DE CUATRO AÑOS

Actividad	AÑO 1 (1–12)	AÑO 2 (13–24)	AÑO 3 (25–36)	AÑO 4 (37–48)
Localización y marcado de áreas	■■□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□
Desmonte de vegetación	■■■■□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□
Despalme en zona de construcción	■■■■□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□	■■□□□□□□□□□□
Instalación de oficinas y campamento	■■■□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□
Establecimiento de áreas de maniobra	■■■□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□	■□□□□□□□□□□□
Señalamiento provisional	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■
Cortes de excavación	■■■■■■□□□□□□	■■■■■■□□□□□□	■■■■■■□□□□□□	■■■■□□□□□□□□
Nivelaciones y rellenos	■■■■■□□□□□□□	■■■■■□□□□□□□	■■■■■□□□□□□□	■■■□□□□□□□□□
Construcción de cuerpo base	□□□□■■■■□□□□	□□□□■■■■□□□□	□□□□■■■■□□□□	□□■■□□□□□□□□
Base y subbase	□□□□□■■■□□□□	□□□□□■■■□□□□	□□□□□■■■□□□□	□□□□□□□□□□□□
Riego de sello	□□□□□□□□■■□□	□□□□□□□□■■□□	□□□□□□□□■■□□	□□□□□□□□□□□□
Acarreos de materiales	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■□□□□□□□□
Disposición en bancos de tiro	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■□□□□□□□□
Obras de drenaje	■■■■■■□□□□□□	■■■■■■□□□□□□	■■■■■■□□□□□□	■■■□□□□□□□□□
Señalamiento horizontal y vertical	□□□□□□□□□■■■	□□□□□□□□□■■■	□□□□□□□□□■■■	□□□□□□□□■■□□
Limpieza permanente	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■
Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■
Programa de rescate y reubicación de fauna	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■□□□□□□	■■■□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□
Monitoreo de pasos de fauna	□□□□■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■□□□□□□
Rescate de flora silvestre	■■■■■■□□□□□□	■■■■□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□
Producción de plantas en vivero	□□□□■■■■■■□□	■■■■■■□□□□□□	□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□
Programa de reforestación	□□□□□□□□■■■■	□□□□■■■■■■□□	□□□□■■■■■■□□	■■■■■■□□□□□□
Programa de conservación y restauración de suelos	□□□□□□■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■	■■■■■■□□□□□□

I.4.8.3 MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

FIGURA I-4 RUTA SELECCIONADA O LARGUILLO DEL PROYECTO: E.C. (JUXTLAHUACA – SAN MARTÍN PERAS) – COICOYÁN DE LAS FLORES – LÍMITES DE LOS ESTADOS OAXACA/GUERRERO, CON UNA META DE 9.38 _ KM MÁS UN RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA



En la Figura I-4 se muestra el larguillo correspondiente al trazo **E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores – Límites de los Estados Oaxaca/Guerrero, con una meta de 9.38 km más un ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca**.

El proyecto se localiza en la región Mixteca del estado de Oaxaca, en la porción noroeste de la entidad y en colindancia con el estado de Guerrero, atravesando terrenos pertenecientes a los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras.

La figura permite observar el desarrollo general del trazo, las condiciones topográficas de la zona y la relación espacial del camino respecto de las localidades y áreas circundantes.

I.4.8.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El proyecto comprende la modernización de un camino rural existente con una longitud de 9.380 km (Figura I-5), así como un ramal adicional de 0.911 km (Figura I-6), localizados en la región Mixteca del estado de Oaxaca. El proyecto favorecerá la conectividad y movilidad entre diversas localidades rurales, entre las que destacan Santiago Petlacala, San José Petlacala, San Isidro Petlacala, Cerro Hidalgo y Coicoyán de las Flores, además de fortalecer la comunicación regional hacia la zona limítrofe con el estado de Guerrero.

FIGURA I-5 TRAZO DEL PROYECTO Y LA ELEVACIÓN TOPOGRÁFICA
E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de Las Flores con una meta de 9.380 km

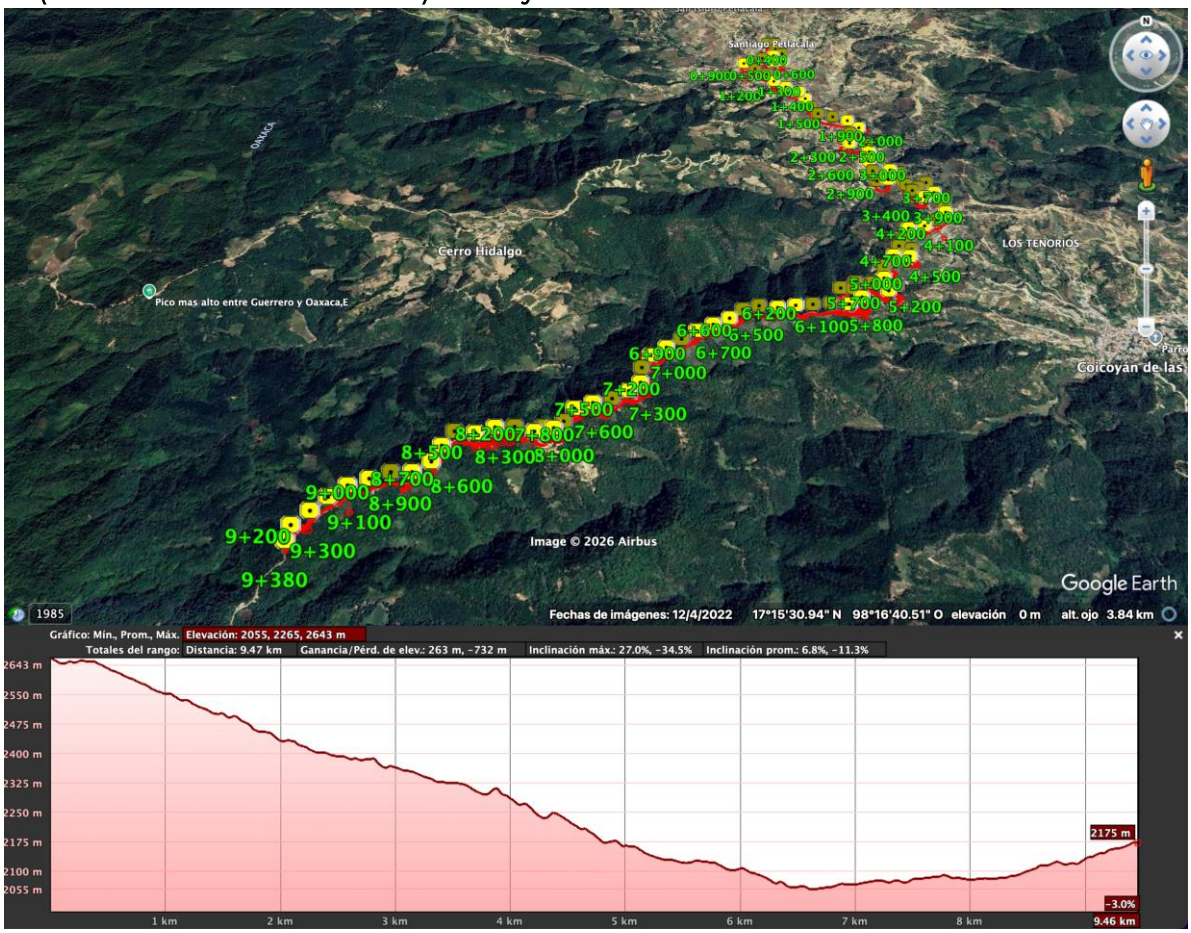
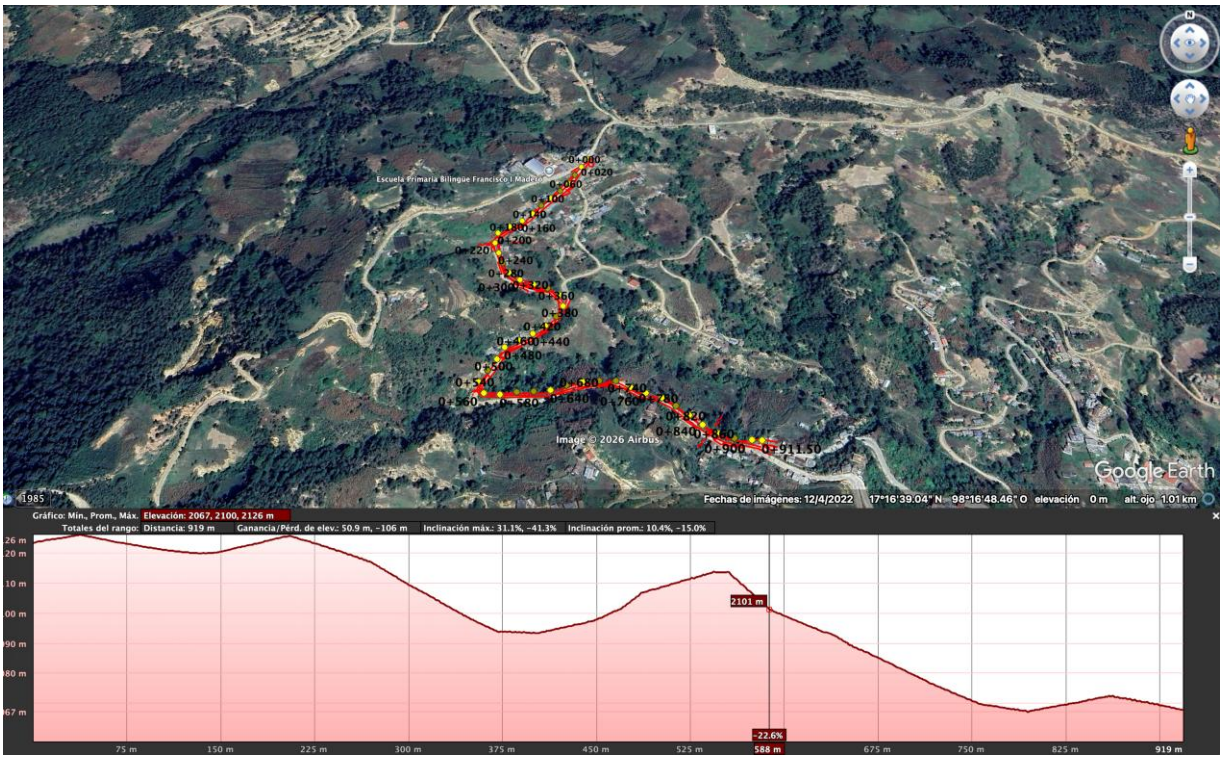


FIGURA I-6 RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA



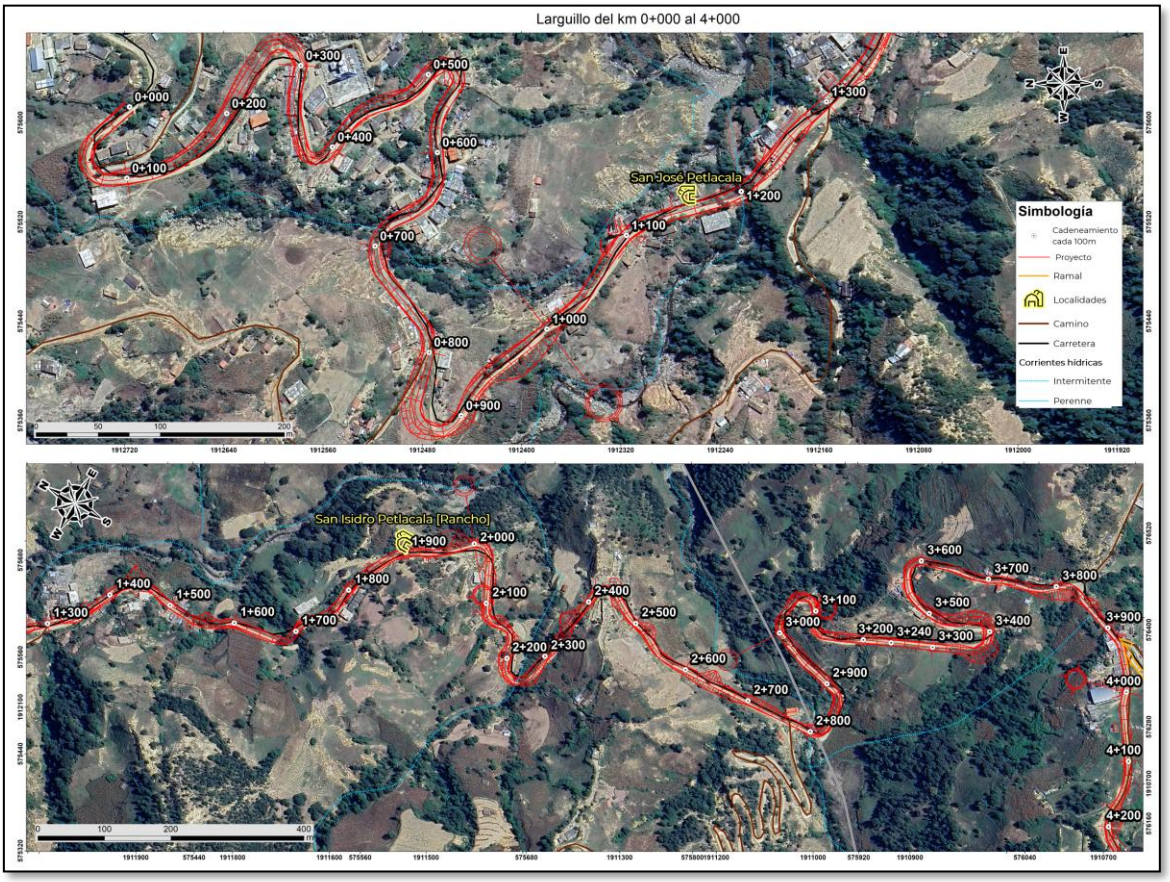
En las Figuras I-5 y I-6 se presentó el trazo general del proyecto y del ramal, así como su relación con el perfil topográfico local. Como puede observarse, el corredor carretero se desarrolla en una zona serrana con relieve accidentado, asociado a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur.

Las condiciones de pendiente, altitud y configuración del terreno influyen directamente en la geometría del trazo, las rectificaciones requeridas, la localización de obras de drenaje y las medidas de estabilización de cortes y taludes necesarias para garantizar condiciones adecuadas de seguridad y operación vial.

El trazo aprovecha en gran medida el camino actualmente existente; sin embargo, debido a las condiciones topográficas de la región y a los requerimientos geométricos del proyecto, se prevén ajustes puntuales al alineamiento horizontal y vertical, así como ampliaciones de la sección de operación en segmentos específicos del corredor carretero y del ramal proyectado.

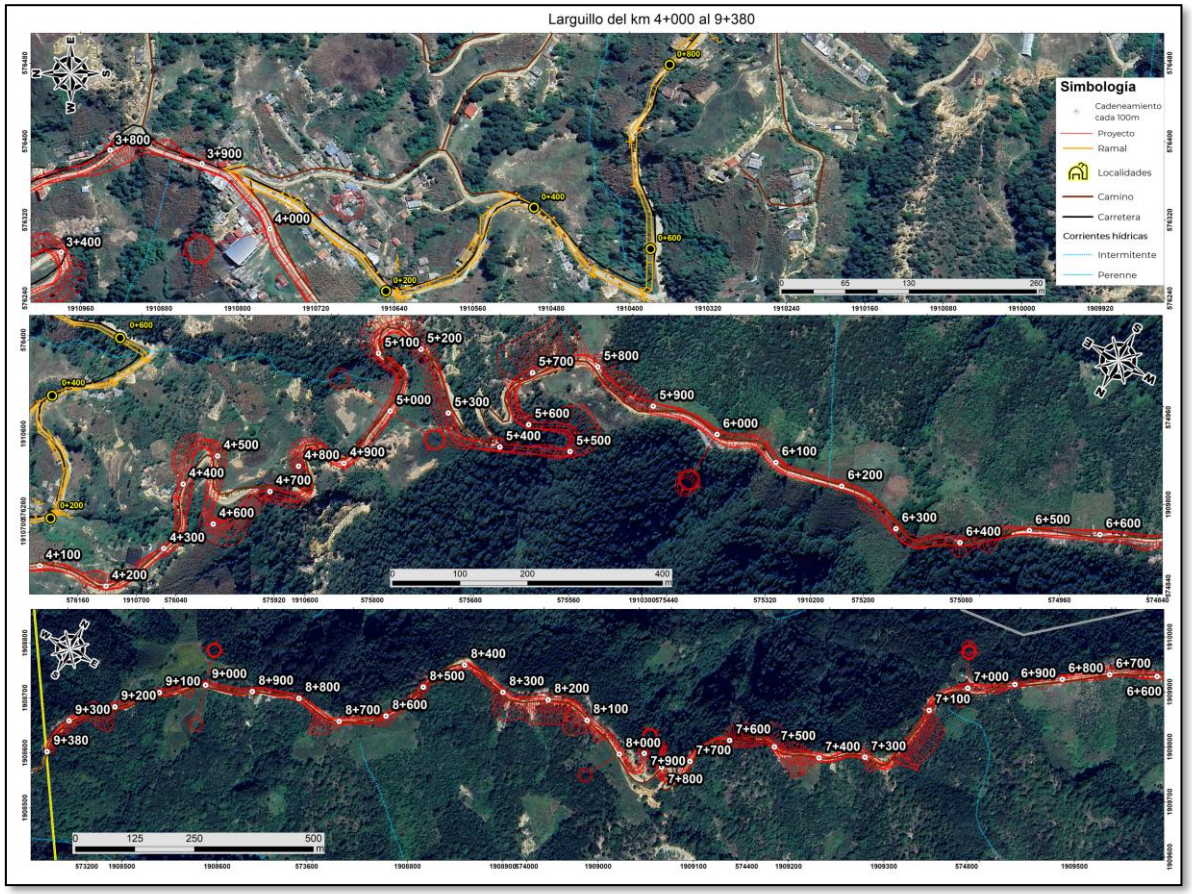
En la Figura I-7 se muestra el inicio del proyecto, cuyo origen se localiza en el Km 0+000, aproximadamente a una altitud de 2,175 msnm, dentro de una zona de transición conformada por áreas de meseta, lomeríos suaves y superficies previamente intervenidas para actividades rurales. Entre los cadenamientos Km 0+000 y Km 4+000, el trazo se desarrolla sobre terrenos con altitudes aproximadas entre 2,175 y 2,055 msnm, atravesando sectores con presencia de asentamientos humanos dispersos, caminos locales, áreas agrícolas y terrenos de uso pecuario y rural, donde históricamente se ha concentrado una mayor modificación antrópica del paisaje.

FIGURA I-7 TRAZO DEL KM 0+000 AL KM 4+000



En la Figura I-8 se presenta el segmento comprendido entre el Km 4+000 y el Km 9+380, donde el camino se interna gradualmente en zonas con mayores pendientes y relieve más accidentado, predominando laderas con cobertura vegetal relativamente más conservada. En este tramo, el trazo sigue en gran medida la configuración natural del relieve y las curvas de nivel, razón por la cual se presentan segmentos sinuosos, cortes en ladera, taludes y obras complementarias requeridas para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y seguridad vial.

FIGURA I-8 TRAZO DEL KM 4+000 AL KM 9+380



Las zonas con pendientes moderadas han favorecido históricamente el establecimiento de viviendas dispersas, áreas agrícolas y actividades de traspatio; mientras que los sectores con mayor pendiente y menor accesibilidad conservan una mayor proporción de cobertura

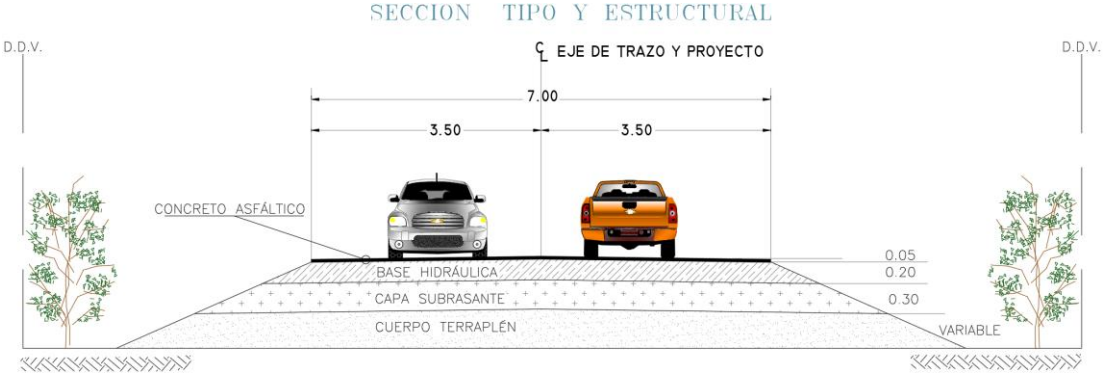
vegetal, incluyendo fragmentos de vegetación forestal y áreas con menor nivel de intervención. Esta condición resulta relevante para la evaluación ambiental del proyecto, ya que permite diferenciar los segmentos con mayor transformación antrópica de aquellos que presentan una mayor sensibilidad ambiental.

I.4.8.4.1 Secciones del proyecto

Se espera que funcione como una vialidad rural; con un solo cuerpo, con un carril por sentido, la velocidad permitida oscilará entre los 30 a 60 km/h, y con un Transito Promedio Anual (TDPA) de 100 a 500 vehículos.

La **Figura 1-8**, muestra la sección tipo que se espera alcanzar, con una corona de 7 metros, que permitirá alojar dos carriles cada uno con un ancho de 3.5 m, con pendientes de -2, los cortes variarán dependiendo el terreno, pero los taludes esperados tendrán pendientes de -12.00%

FIGURA I-9 SECCIÓN PARA EL PROYECTO.



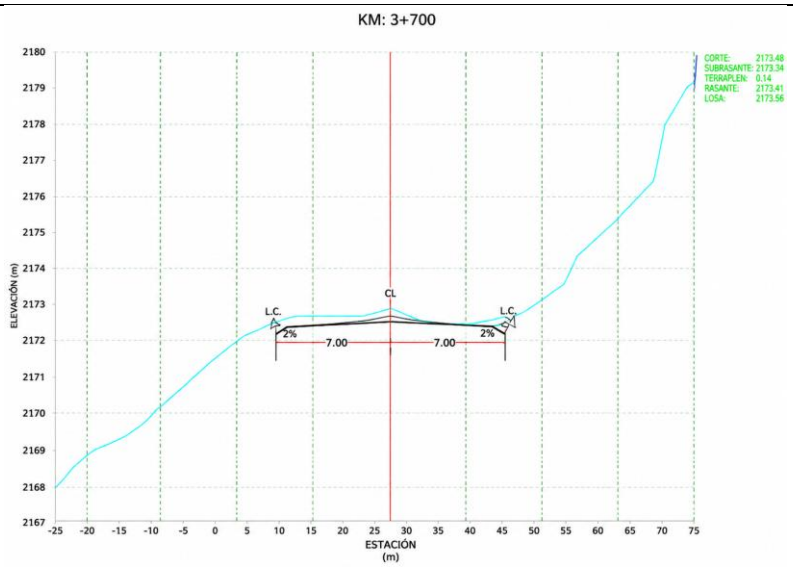
En la **Figura I-9** se presentan ejemplos representativos de **secciones tipo en distintos cadenamientos del proyecto**, con el propósito de ilustrar la variabilidad geométrica del camino en función de la topografía accidentada de la zona. Como puede observarse, el desarrollo de la **obra requerirá principalmente cortes de excavación en laderas, y en menor proporción rellenos localizados para conformar la plataforma del camino, mantener la sección de proyecto y mejorar las condiciones de seguridad vial**.

Las secciones muestran que el trazo se adapta, en la medida de lo posible, al relieve existente; sin embargo, en algunos puntos será necesario realizar obras de estabilización y

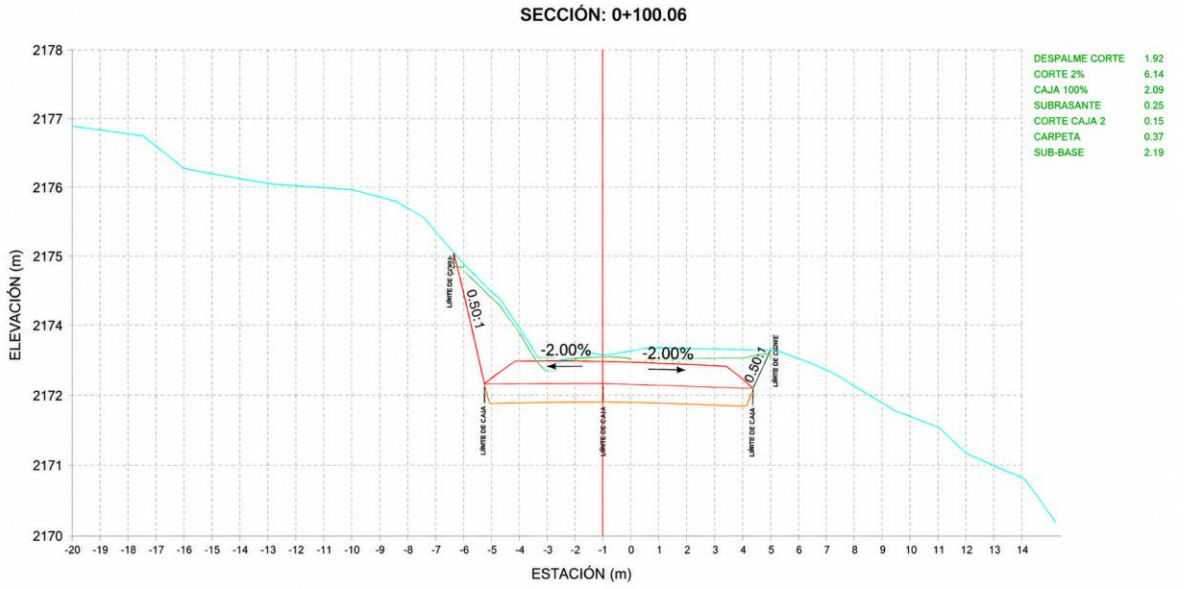
reforzamiento, incluyendo elementos estructurales como dalas o muros de contención, con el fin de asegurar la estabilidad del camino y reducir riesgos asociados a desprendimientos, erosión o pérdida de material en taludes.

Para mayor detalle, las secciones completas por cadenamiento se integran en el Anexo de Planos de la presente MIA-R, donde se pueden consultar las características específicas de cortes, rellenos, taludes, rasantes, subrasantes y demás elementos geométricos del proyecto.

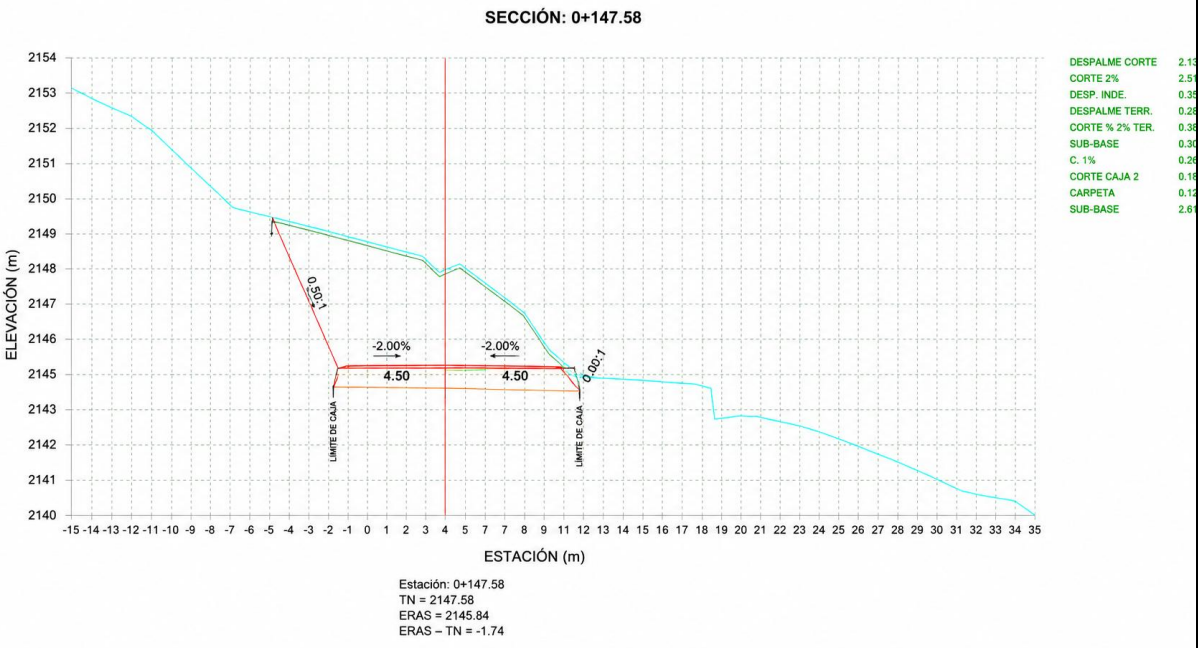
FIGURA I-10 SECCIONES TIPO DE ALGUNOS CADENAMIENTOS



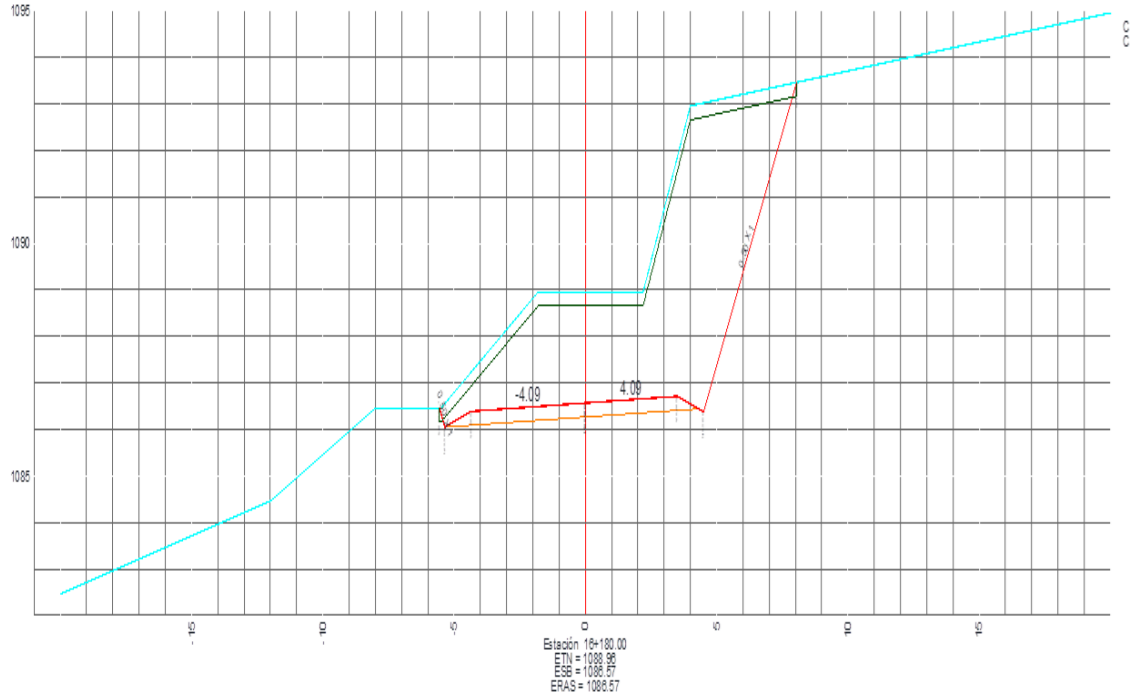
Sección tipo del Cadenamiento 0+000 al Km



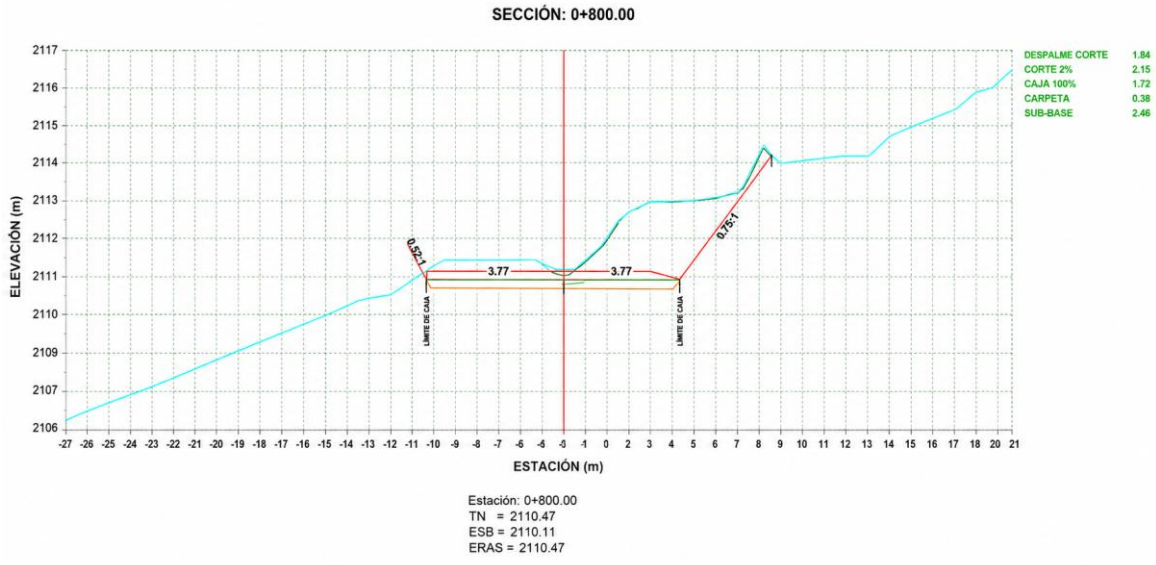
Sección tipo y área de cortes Km+0+100



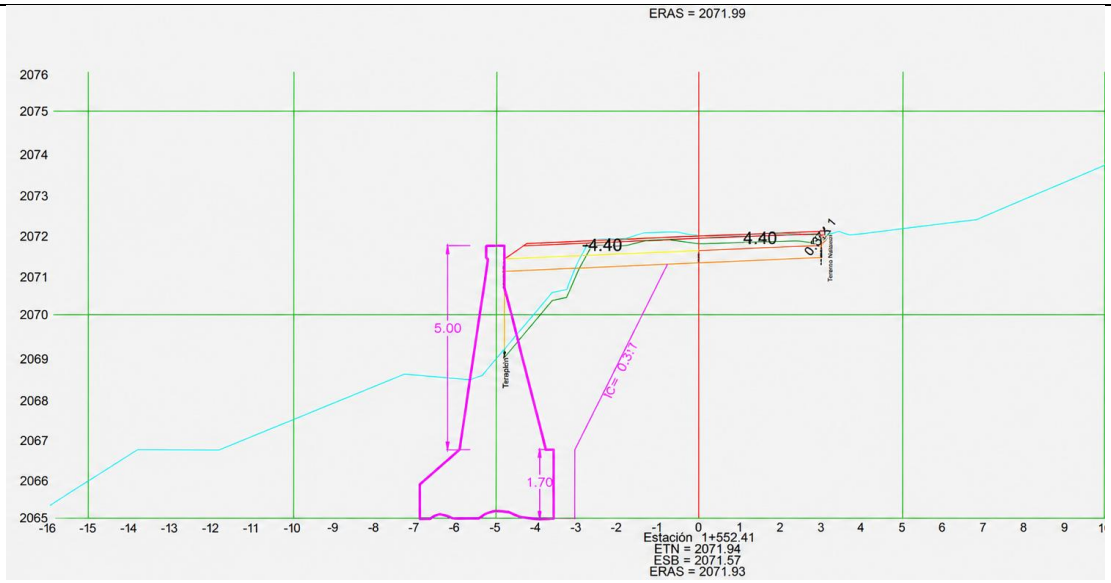
Sección tipo y área de cortes Km+0+147.58



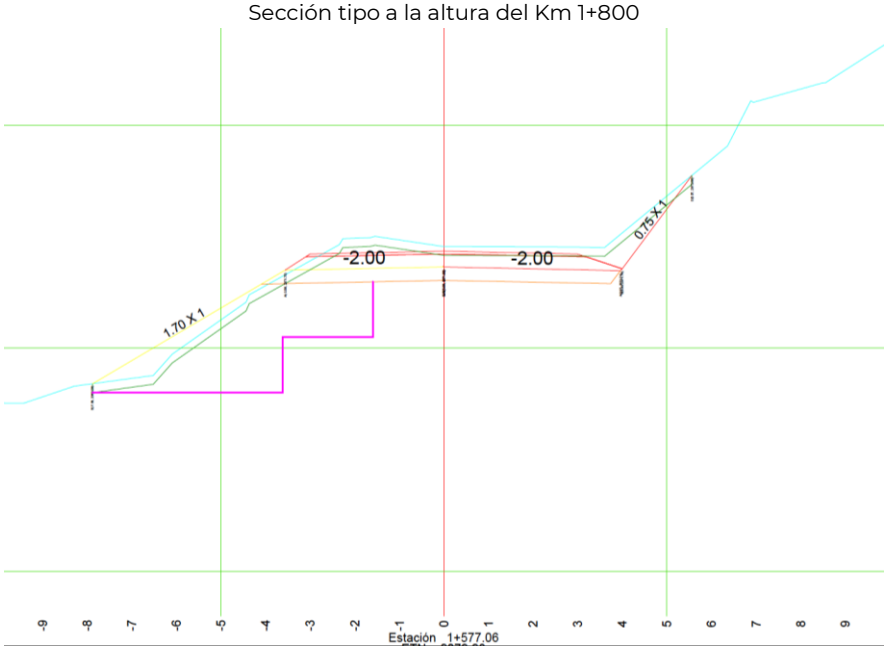
Sección a la altura del Km 0+400



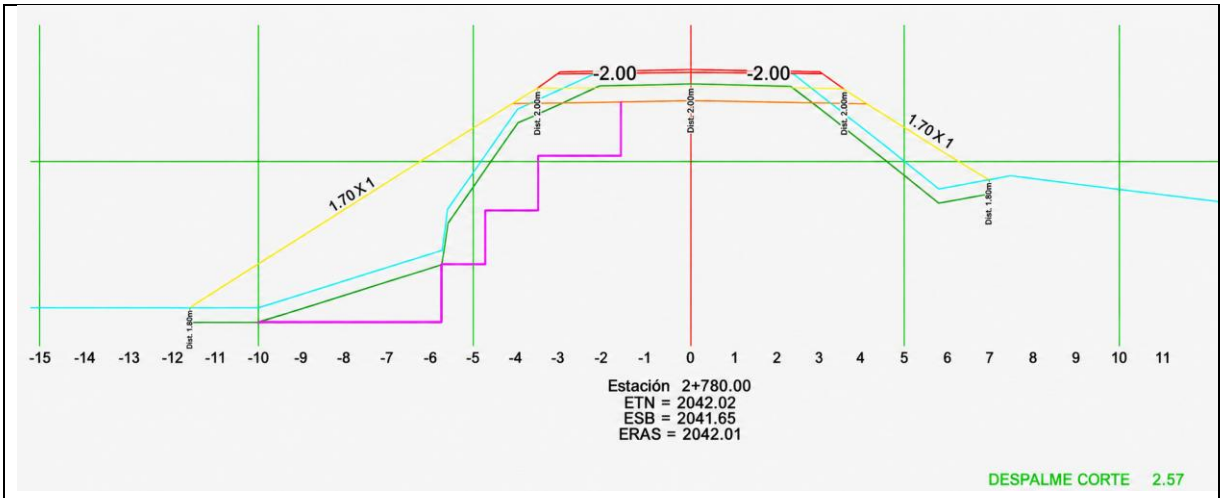
Sección tipo ejemplo a la altura del Cadenamiento 0+800



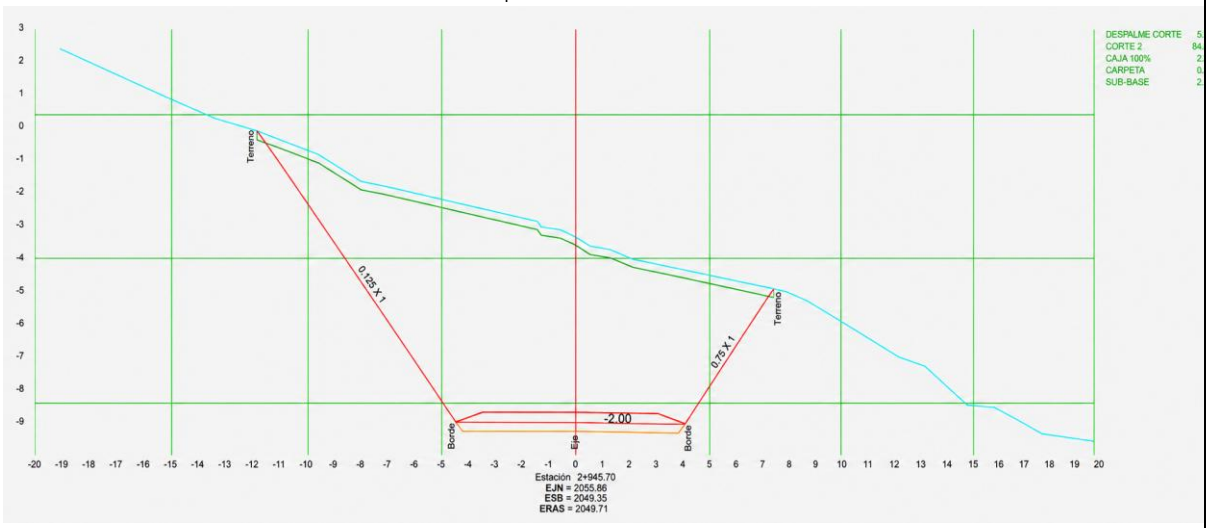
Sección tipo a la altura del Km 1+800



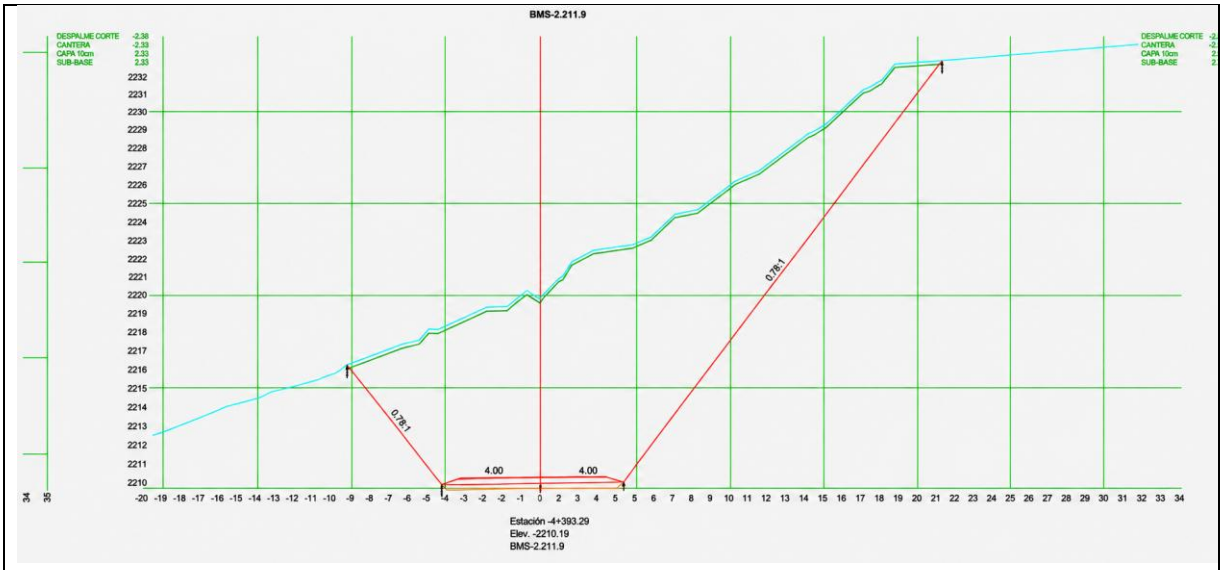
Sección tipo a la altura del Km 2+500



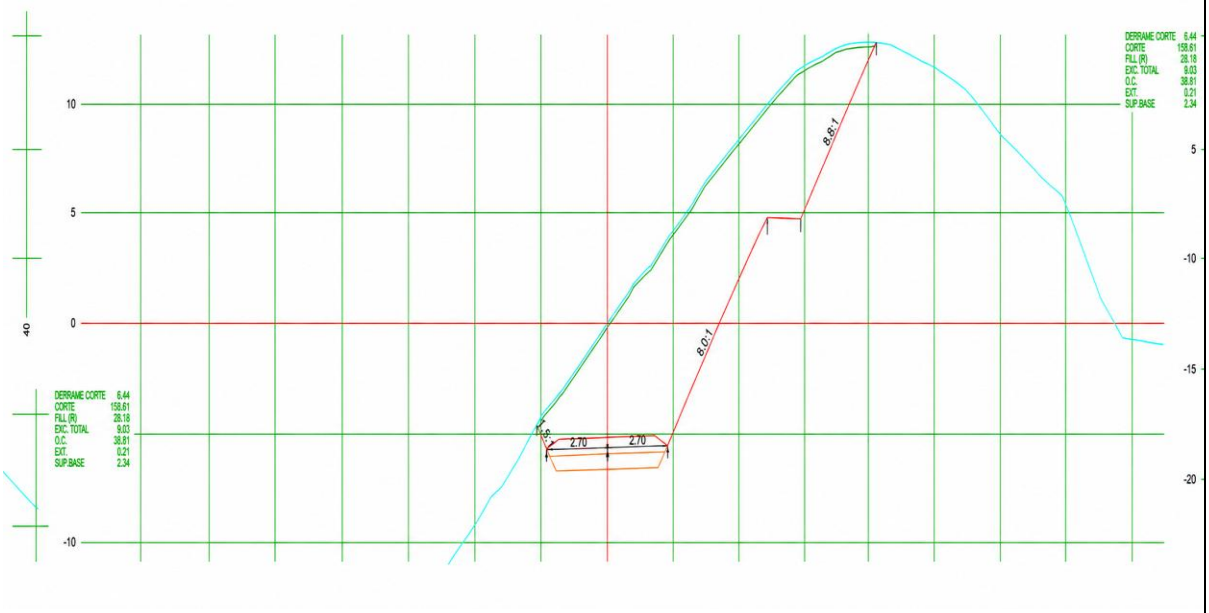
Sección tipo a la altura del Km 2+780



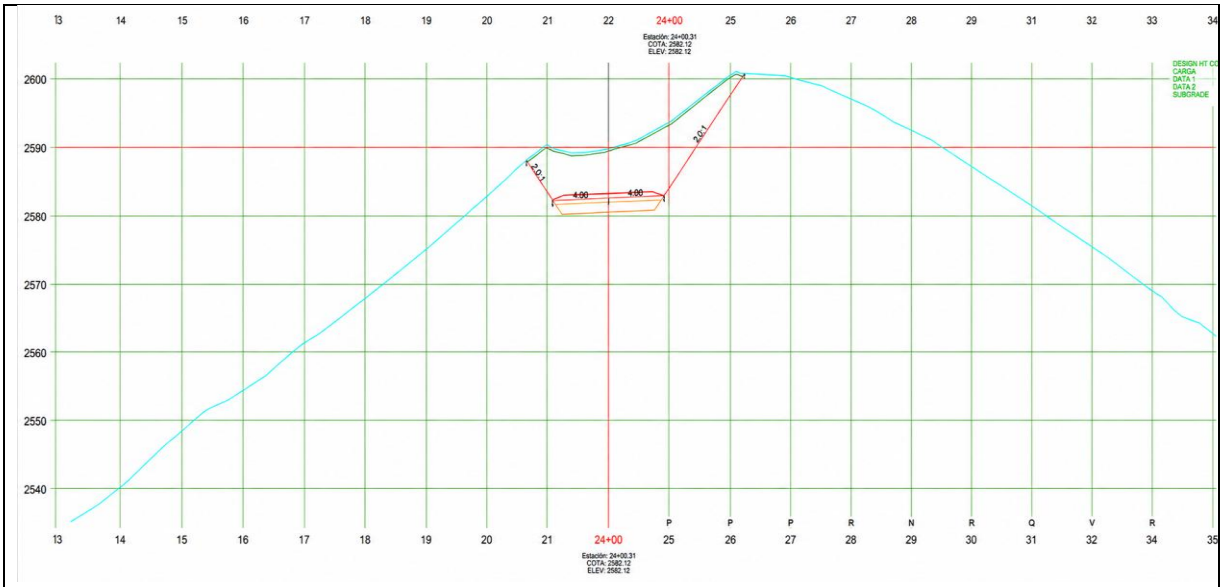
Sección tipo a la altura del Km 2+945



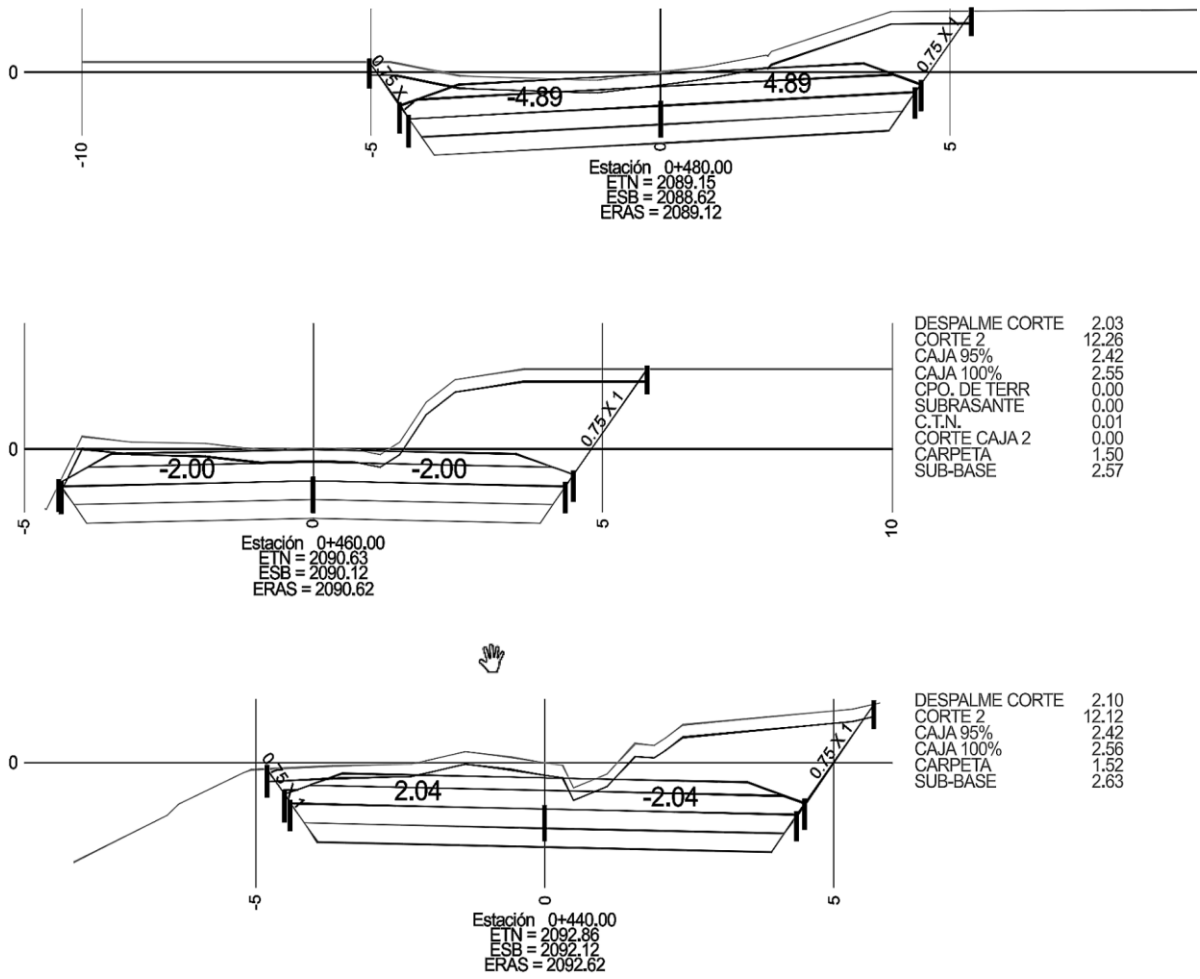
Sección tipo a la altura del Km 4+390



Sección tipo a la altura del Km 6+600



Sección tipo a la altura del Km 9+300



Secciones del ramal

Nota: Las secciones incluidas en la Figura I-12 tienen carácter ilustrativo y representativo; el detalle completo por cadenamiento se integra en el Anexo de Planos de la presente MIA-R.

I.4.8.5 Recorrido y trazo

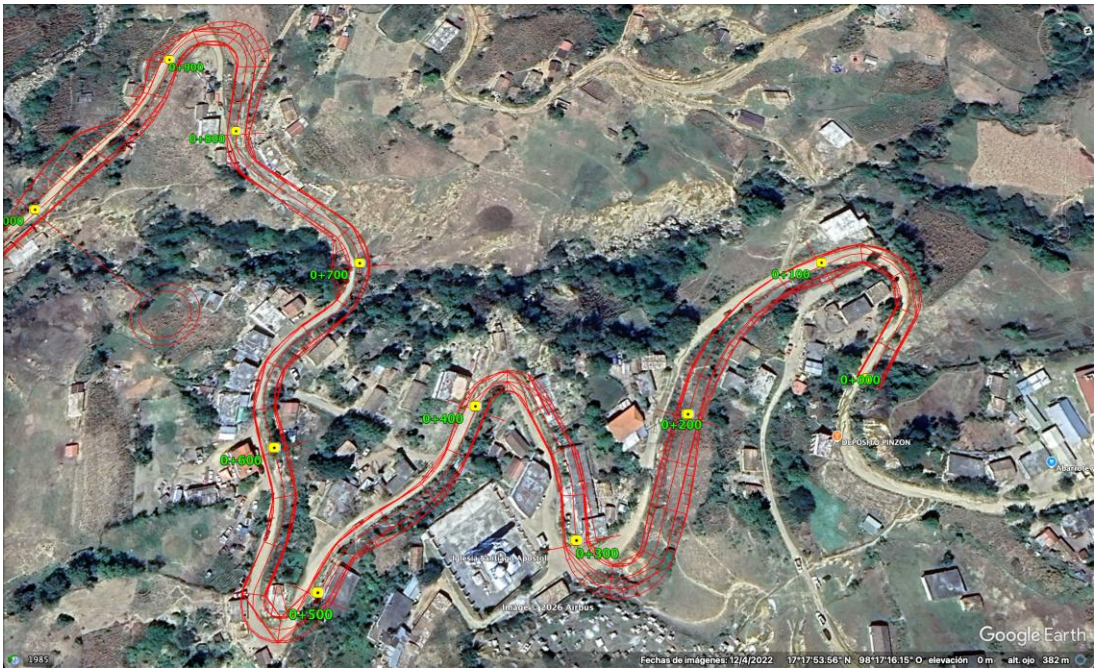
El desarrollo del proyecto, inicia su recorrido desde el Cadenamiento Km 000+000 en la localidad de Santiago Petlacala (municipio de San Martin Peras) que corresponde a una zona con modificaciones en su entorno ambiental por la densificación de

asentamientos humanos, el trazo actual del camino del Km 000+000 al Km 0+900 es completamente sinuoso.

I.4.8.5.1 Subtramo del Km 000+000 al Km 001+000

El inicio del proyecto es el Km 000+000 (X=575612.79, Y= 1912715.76) (**Figura I-11**), queda ubicado en la localidad de Santiago Petlacala, donde se observa la presencia de asentamientos humanos dispersos y áreas con uso habitacional y rural. El camino existente corresponde a una vialidad de terracería sin pavimentar, con un trazo sinuoso y condiciones geométricas limitadas, con la presencia de curvas pronunciadas y un ancho reducido de circulación, lo que dificulta el tránsito vehicular y las condiciones de seguridad vial.

FIGURA I-11 SUBTRAMO DEL KM 000+0000 AL KM 001+000



Asimismo, aproximadamente a la altura del cadenamiento Km 0+700 se presenta el cruce de un arroyo temporal con presencia de vegetación de galería asociada al cauce, por lo que en este segmento se requerirá especial atención durante el desarrollo de las obras de drenaje y manejo ambiental.

Las fotografías incluidas permiten observar las condiciones actuales del camino, las características topográficas del sitio y el contexto general de ocupación y vegetación presente en el área del proyecto.

Figura I-12 Fotografías del Km 000+00 al Km 001+000



Fotografías del inicio Km 000+000

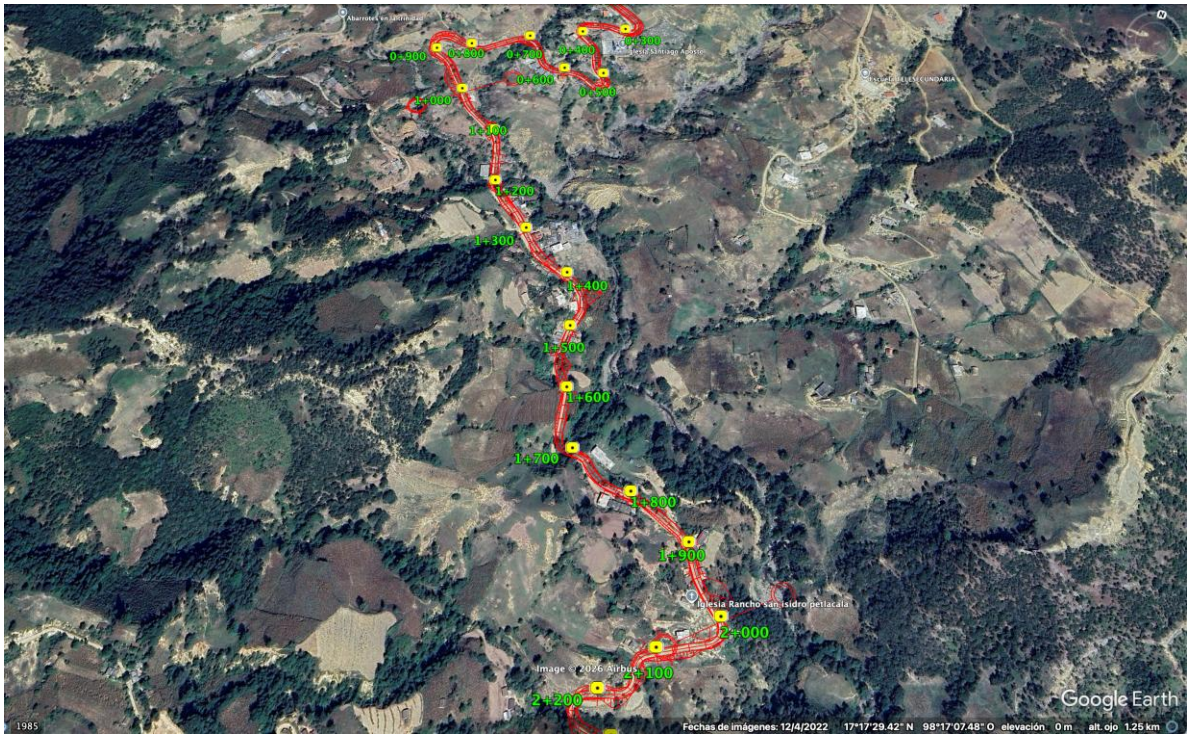


Fotografías del inicio Km 000+500

I.4.8.5.2 Del Km 001+000 al Km 002+000

El subtramo comprendido entre el Km 1+000 (X = 575436.7655, Y = 1912375.2398) y el Km 2+000 (X = 576025.9211, Y = 1911680.8969) (**Figura I-13**), corresponde a un segmento donde se proyecta la modernización del camino de terracería existente.

FIGURA I-13 SUBTRAMO DEL KM 001+0000 AL KM 002+000



El trazo presenta una orientación general noroeste–sureste (Figura I-14) y condiciones geométricas sinuosas asociadas a la topografía del terreno, aunque con menor curvatura respecto del subtramo anterior.

A lo largo del segmento se observan diversos escurrimientos superficiales, viviendas rurales dispersas, áreas agrícolas y terrenos utilizados para actividades de autoconsumo. Asimismo, las imágenes permiten apreciar las condiciones actuales del camino, la presencia de infraestructura básica y un paisaje dominado por vegetación secundaria y zonas de uso agropecuario características de la región Mixteca.

Figura I-14 Fotografías del Km 001+000 al Km 002+000






Km 001+000




Km 001+500




Km 002+000




I.4.8.5.1 Del Km 002+000 al Km 004+000

El subtramo comprendido entre el Km 2+000 (X = 576025.9211, Y = 1911680.8969) y el Km 4+000 (X = 576273.9975, Y = 1910748.3349) (**Figura I-15**), ubicado en las inmediaciones del Rancho San Isidro Petlacala, corresponde a un segmento donde continúa el camino de terracería existente.

El trazo mantiene una orientación general de norte a sur y presenta condiciones geométricas sinuosas con curvas cerradas, derivadas de la topografía accidentada del terreno, por lo que en diversos segmentos será necesaria la ampliación del camino para mejorar las condiciones de circulación y seguridad vial.

A lo largo del subtramo se observan diversos escurrimientos y cruces de arroyos temporales, destacando los ubicados aproximadamente a la altura de los cadenamientos Km 2+500 y Km 2+800.

El paisaje circundante se encuentra conformado por mosaicos de vegetación secundaria, fragmentos de cobertura forestal y áreas con uso agropecuario de pequeña escala. Asimismo, se observan viviendas rurales dispersas, infraestructura básica asociada a líneas de transmisión eléctrica y taludes laterales producto de cortes realizados durante la apertura del camino existente.

FIGURA I-15 SUBTRAMO DEL KM 002+0000 AL KM 004+000

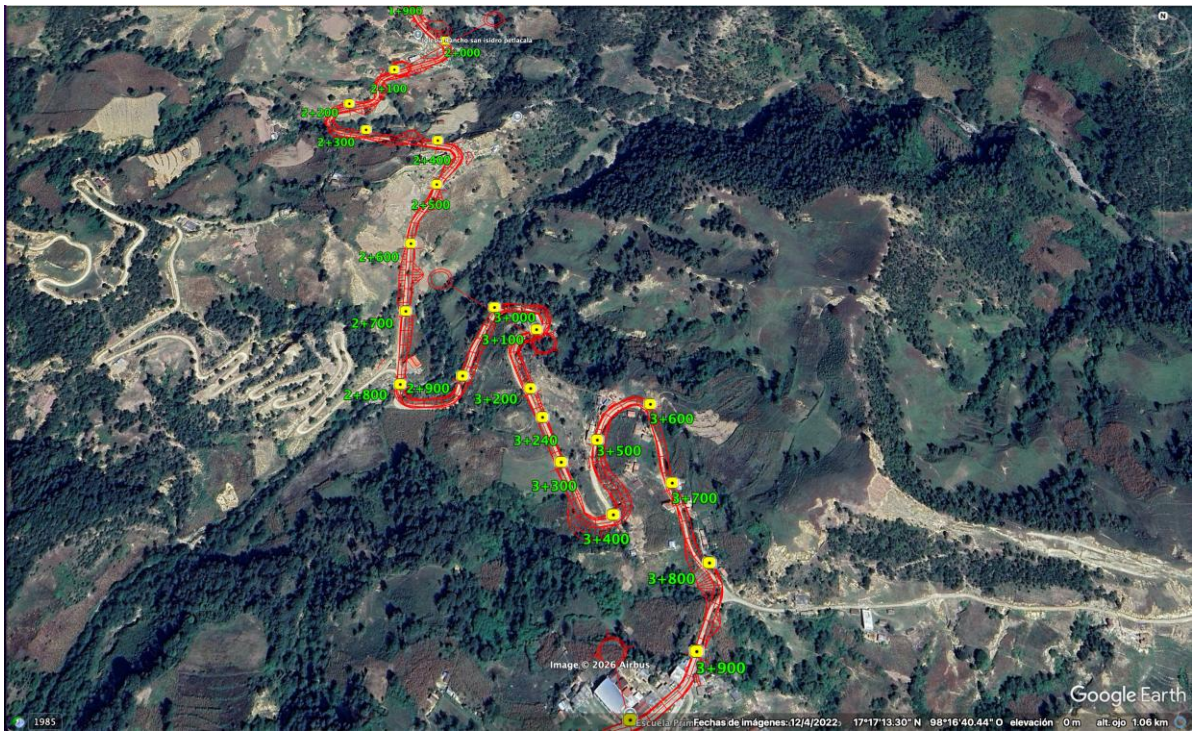


Figura I-16 Fotografías del Km 002+000 al Km 004+000







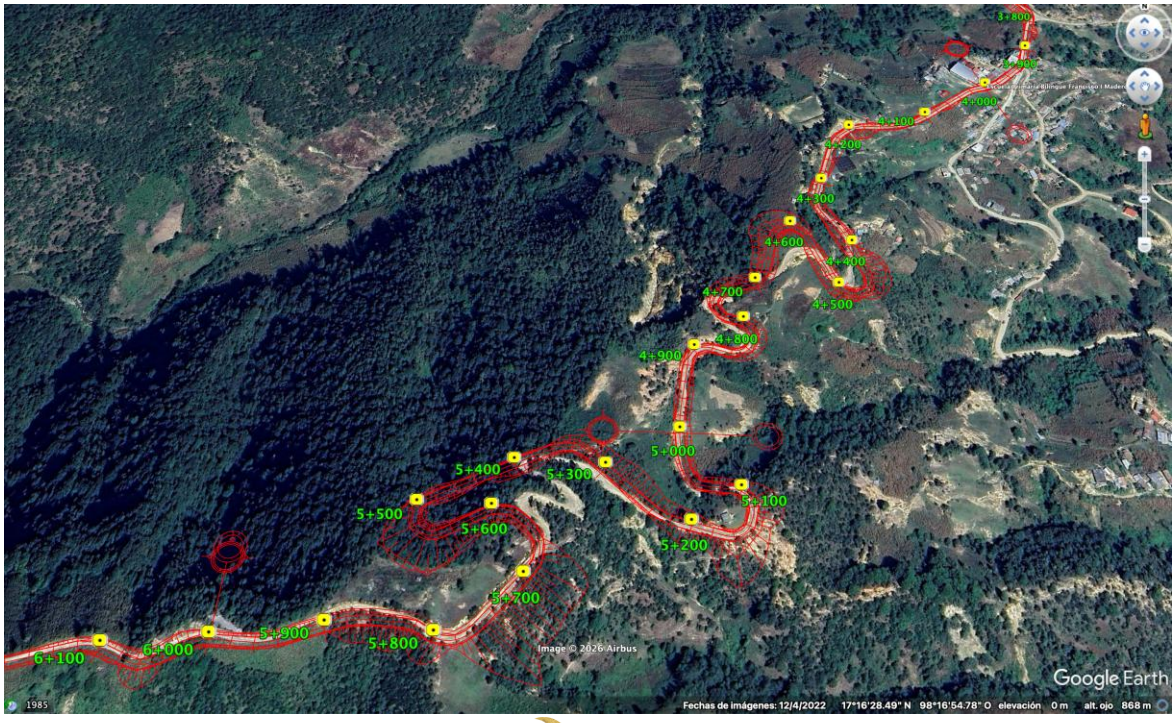





I.4.8.5.1 Del Km 004+000 al Km 006+000

El subtramo comprendido entre el Km 4+000 (X = 576273.9975, Y = 1910748.3349) y el Km 6+000 (X = 575701.2016, Y = 1910143.3349) (**Figura I-17**) se localiza en las inmediaciones de terrenos pertenecientes a San Nicolás Petlacala.

FIGURA I-17 SUBTRAMO DEL KM 004+0000 AL KM 006+000



A partir del Km 4+000 el trazo modifica su orientación general de este a oeste, en dirección hacia el municipio de Santiago Atzompa, en colindancia con el estado de Guerrero. En este segmento el camino presenta condiciones geométricas sinuosas y curvas de reducido radio, por lo que será necesaria la ampliación y rectificación de algunos sectores para mejorar las condiciones de circulación y seguridad vial.

En las inmediaciones del Km 4+000 se observa un tramo pavimentado con concreto hidráulico de aproximadamente 200 m de longitud (Km 3+900 al Km 4+100), asociado a una zona con mayor concentración de viviendas, infraestructura eléctrica, banquetas, pequeños comercios y equipamiento urbano, destacando la presencia de una escuela primaria bilingüe.

Posteriormente, el camino continúa como una vialidad de terracería que gradualmente ingresa a zonas con mayor cobertura vegetal de tipo forestal, intercaladas con terrenos agrícolas y áreas destinadas al pastoreo de ganado ovino, observándose un paisaje fragmentado característico de la región.

Asimismo, la topografía se vuelve más accidentada y la altitud se incrementa progresivamente de norte a sur. En este segmento no se identifican cruces importantes de arroyos o cuerpos de agua superficiales.

De acuerdo con el trazo proyectado, en este subtramo se prevén rectificaciones que implicarán apertura de nuevos segmentos de camino aproximadamente entre los Km 4+500 al Km 4+700 y Km 5+300 al Km 5+600 (**Figura I-18**), lo que requerirá actividades de desmonte, despalme y movimientos de tierra asociados a la modernización del camino.

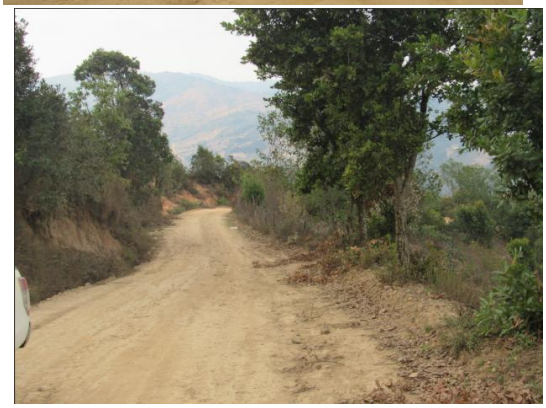
FIGURA I-18 FOTOGRAFÍAS DEL KM 004+000 AL KM 006+000



Fotografías a la altura del Km 4+000





Fotografías a la altura del Km 5+000







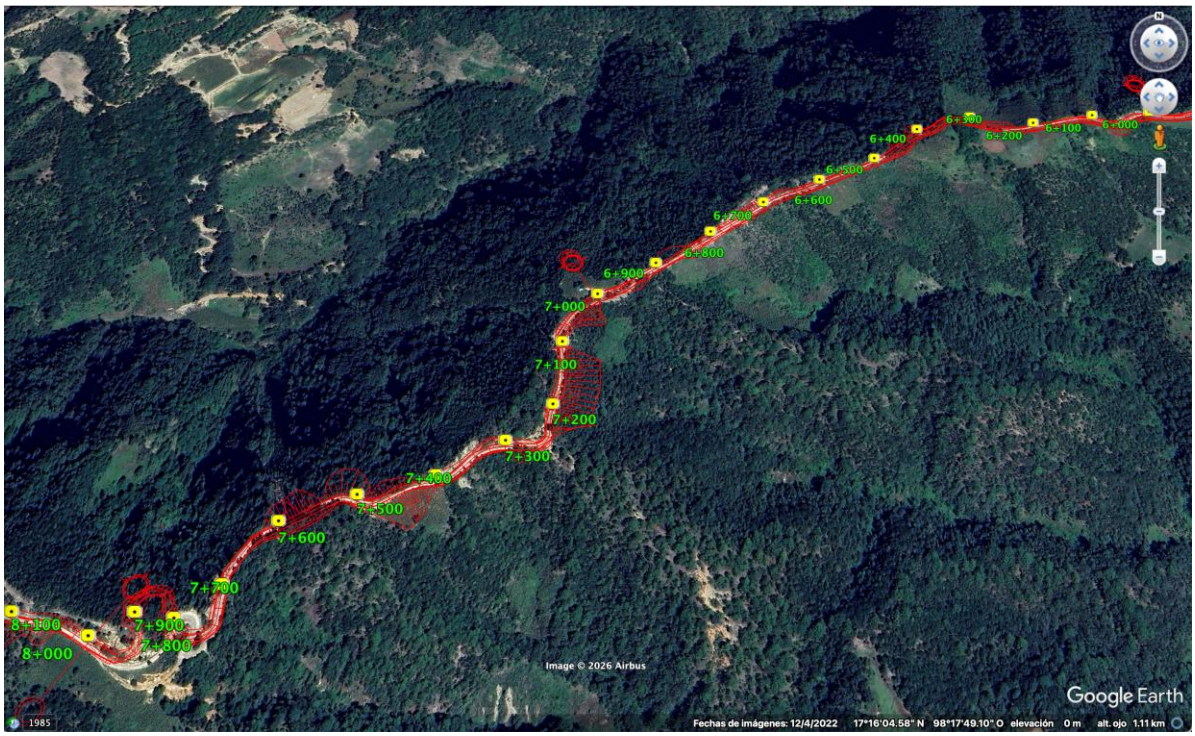
Fotografías a la altura del Km 6+000

I.4.8.5.1 Del Km 006+000 al Km 008+000

El subtramo comprendido entre el Km 6+000 (X = 575701.2016, Y = 1910143.3349) y el Km 8+000 (X = 574238.4894, Y = 1909360.0895) (**Figura I-19**), se localiza en terrenos pertenecientes al municipio de Coicoyán de las Flores.

En este segmento el camino mantiene una orientación general noreste–suroeste y conserva un trazo sinuoso derivado de las condiciones topográficas del terreno, aunque con curvas menos pronunciadas respecto de los subtramos anteriores. Debido a ello, las obras previstas corresponden principalmente a ampliaciones y mejoras geométricas del camino existente, sin requerir aperturas importantes de nuevos segmentos, excepto entre los cadenamientos Km 7+800 al Km 7+900, donde se proyecta una rectificación para eliminar una curva de reducido radio y mejorar las condiciones de seguridad vial.

FIGURA I-19 SUBTRAMO DEL KM 006+0000 AL KM 008+000



El camino atraviesa una zona con predominio de vegetación forestal asociada a Bosque Mesófilo de Montaña, observándose un efecto de borde a lo largo de los márgenes del camino existente, así como evidencias de aprovechamiento y extracción o saqueo de recursos maderables en algunos sectores.

Aunque no se identifican cruces importantes de arroyos superficiales, las condiciones de pendiente y escurrimiento derivadas de la topografía harán necesaria la instalación de obras de drenaje menores, tales como cunetas, contracunetas y lavaderos, para favorecer el control hidráulico y reducir procesos erosivos.

Las imágenes y fotografías permiten observar la continuidad de la cobertura forestal, las condiciones sinuosas del camino y la complejidad topográfica característica de esta porción del proyecto.

Figura I-20 Fotografías del Km 006+000 al Km 008+000






Fotografías a la altura del Km 6+500







Fotografías a la altura del Km 7+000






Fotografías a la altura del Km 7+500



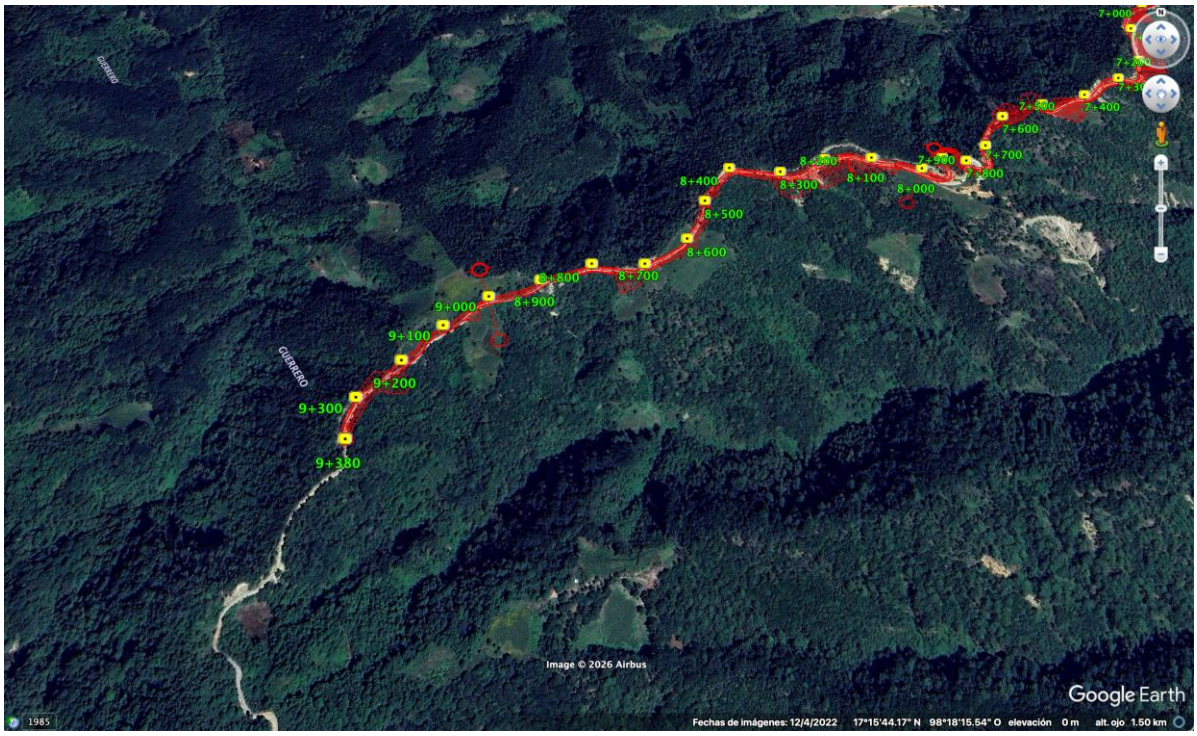
Fotografías a la altura del Km 8+000

I.4.8.5.1 Del Km 008+000 al Km 019+380

El subtramo comprendido entre el Km 8+000 (X = 574238.4894, Y = 1909360.0895) y el Km 9+380 (X = 573063.09, Y = 1908743.07) (**Figura I-21**), se localiza en terrenos pertenecientes al municipio de Coicoyán de las Flores, extendiéndose hacia la colindancia con el estado de Guerrero.

En este segmento el camino existente se adentra en zonas con mayor cobertura forestal asociada principalmente a Bosque Mesófilo de Montaña y comunidades de Pino–Encino, localizadas sobre laderas tendidas y terrenos con topografía accidentada.

FIGURA I-21 SUBTRAMO DEL KM 008+0000 AL KM 009+380



Las condiciones paisajísticas del subtramo presentan alto valor escénico y ambiental, observándose una mayor continuidad de la cobertura vegetal respecto de los segmentos anteriores. No obstante, también se identifican evidencias de perturbación antropogénica asociadas a extracción o saqueo de recursos maderables y apertura de pequeñas áreas agropecuarias.

A pesar de dichas alteraciones, en el área aún prevalecen condiciones favorables de conectividad ecológica, particularmente debido a la continuidad de la cobertura forestal y a la presencia de escurrimientos y arroyos que en algunos segmentos se desarrollan paralelos al camino existente.

Las fotografías permiten apreciar las condiciones actuales del camino, el entorno forestal y la complejidad topográfica característica de la porción final del proyecto.

Figura I-22 Fotografías del Km 008+000 al Km 009+380





Fotografías a la altura del Km 8+500








Fotografías del Km 9+000












Fotografías del Km entre el 9+300 al 9+380

I.4.8.5.2 El ramal del Km 000+000 al Km 000+911.15

El ramal con longitud aproximada de 911.15 m se desarrollará en las inmediaciones de la localidad de San Nicolás Petlacala. El inicio del ramal corresponde al cadenamiento Km 000+000 del propio ramal, el cual presenta una igualdad kilométrica con el cadenamiento Km 3+900 del tramo principal del proyecto (**Figura I-23**).

El trazo del ramal corresponde a un camino rural existente que actualmente presta servicio a la población local; sin embargo, sus condiciones geométricas y físicas presentan diversas deficiencias que dificultan la circulación vehicular en condiciones adecuadas de seguridad y operación.

Entre las principales problemáticas identificadas se encuentran la presencia de pendientes pronunciadas, deficiencias en el alineamiento horizontal y vertical, estrechamientos de la sección de rodamiento, así como afectaciones recurrentes derivadas de escurrimientos superficiales y crecidas temporales de arroyos durante la temporada de lluvias, situación que ocasiona interrupciones parciales al tránsito y procesos localizados de erosión y deterioro del camino.

Por lo anterior, el proyecto considera el mejoramiento geométrico y funcional del ramal mediante ampliaciones puntuales, adecuaciones al alineamiento, conformación de la sección de operación y construcción de obras de drenaje, con la finalidad de mejorar las condiciones de transitabilidad, seguridad vial y conectividad para las localidades de la zona.

Figura I-23 Fotografías del camino correspondiente al ramal











I.4.8.6 UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA

Como parte del desarrollo del proyecto se prevé la construcción, rehabilitación y adecuación de obras de drenaje destinadas a garantizar el adecuado desalojo de escurrimientos superficiales, conservar el patrón natural de drenaje y reducir riesgos de erosión, socavación e interrupción del tránsito vehicular, contribuyendo así a preservar la estabilidad y vida útil de la infraestructura carretera.

El diseño de dichas obras se realizó con base en el estudio hidrológico e hidráulico integrado en los anexos de la presente MIA-R, el cual incluyó el análisis del funcionamiento hidrológico de las cuencas que intersectan el trazo del camino principal y del ramal proyectado. Para ello se empleó cartografía topográfica del INEGI, modelos digitales de elevación y herramientas SIG, permitiendo delimitar cauces, zonas bajas y áreas de escurrimiento con influencia sobre el corredor carretero.

El análisis hidrológico comprendió la determinación de coeficientes de escurrimiento, números de curva, tiempos de concentración y gastos máximos de diseño, mediante la aplicación de métodos como:

- Método Racional Americano;
- Método de Ven Te Chow;
- Hidrograma Unitario Triangular; y
- ecuación de Kirpich para el cálculo del tiempo de concentración.

Con base en los resultados obtenidos se definieron las obras de drenaje requeridas a lo largo del proyecto, contemplándose alcantarillas tipo tubo, alcantarillas tipo losa, bóvedas y obras complementarias como cunetas, bordillos y lavaderos, conforme a las características hidrológicas y topográficas identificadas en cada segmento del camino.

En términos generales, el estudio concluye que las obras propuestas cuentan con la capacidad hidráulica necesaria para conducir los gastos máximos de diseño estimados para la zona de estudio, contribuyendo a disminuir riesgos de erosión, socavación y afectaciones a la estructura del camino.

Las obras de drenaje menor identificadas para el proyecto se presentan en el **Cuadro I-6**.

CUADRO I-6CADENAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS

ODM*	Cadenamiento	Coordenadas		Tipo	Ancho entrada (m)	Alto entrada (m)	Ancho salida (m)	Alto salida (m)
1	0+175.28	575661.96	1912587.62	Tubo	2.40	1.85	2.80	1.85
2	0+280.36	575586.95	1912651.94	Losa	0.90	0.60	0.90	0.60
3	0+688.90	575510.03	1912514.44	Losa	6.70	2.07	6.70	2.07
4	1+287.49	575608.62	1912163.07	Tubo	2.50	0.63	3.30	Sin dato
5	1+553.92	575727.73	1911962.23	Tubo bajo balastro	1.60	1.40	Sin dato	2.10
6	1+674.59	575764.86	1911849.38	Tubo	3.00	1.85	5.30	4.41
7	2+133.83	575939.8	1911600.52	Tubo	3.00	1.85	3.50	Sin dato
8	2+231.54	575882.48	1911542.75	Bóveda	2.80	2.80	2.80	4.00
9	2+571.89	576018.49	1911358.21	Tubo	Sin dato	0.35	Sin dato	0.45
10	2+656.93	576023.93	1911274.07	Tubo azolvado	Sin dato	0.80	Sin dato	1.39
11	2+755.54	576030.54	1911175.46	Tubo azolvado	Sin dato	0.80	Sin dato	1.39
12	2+856.04	576088.37	1911116.23	Tubo	2.50	0.63	2.50	1.30
13	3+737.75	576365.77	1910986.07	Tubo	2.50	0.63	2.50	1.30
14	3+959.07	576345.06	1910788.51	Tubo	1.60	1.40	2.30	2.86
15	0+212	576243.94	1910637.51	Tubo	ND	ND	ND	ND
16	0+490	576266.88	1910437.58	Tubo	ND	ND	ND	ND
17	0+547	576244.58	1910386.69	Tubo	ND	ND	ND	ND
18	0+847	576514.96	1910325.86	Tubo	ND	ND	ND	ND

ODM= Obra de Drenaje Menor, N.D. No determinada

Para el desarrollo del camino, se tienen proyectados tres obras de **drenaje mayor**, que se ubicarán en los cadenamientos, siguientes.

- Primer puente: 1+190
- Segundo puente: 2+272

Las dimensiones generales se resumen en el Cuadro I-6 y se ilustran en la Figuras I-25 a I-27.

CUADRO I-7 DIMENSIONES DE LAS OBRAS DE DRENAJE MAYOR O PUENTES

N°	Cadenamiento	Longitud (m)	Ancho total (m)	Ancho calzada (m)	Ancho de carril	Atura (m)	Tolerancia
1	0+209	25.62	9	7	3.5	12	66.5
2	1+190	15.60	9	7	3.5	7.11	66.5
3	2+272	20,60	9	7	3.5	7.11	66.5

FIGURA I-24 PLANTA Y CORTE LONGITUDINAL DEL PUENTE 1 A LA ALTURA 1+190

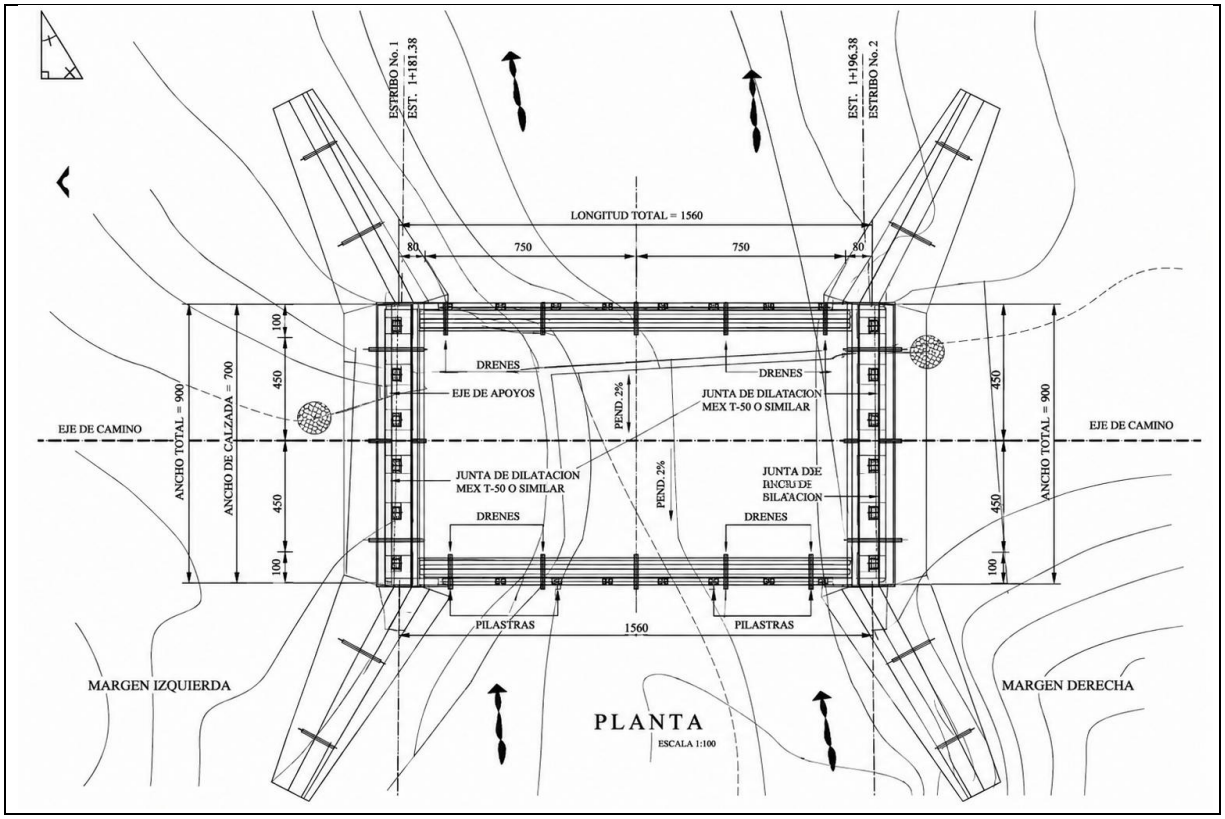


FIGURA I-25 PLANTA Y CORTE LONGITUDINAL DEL PUENTE 1 A LA ALTURA DEL KM 2+272

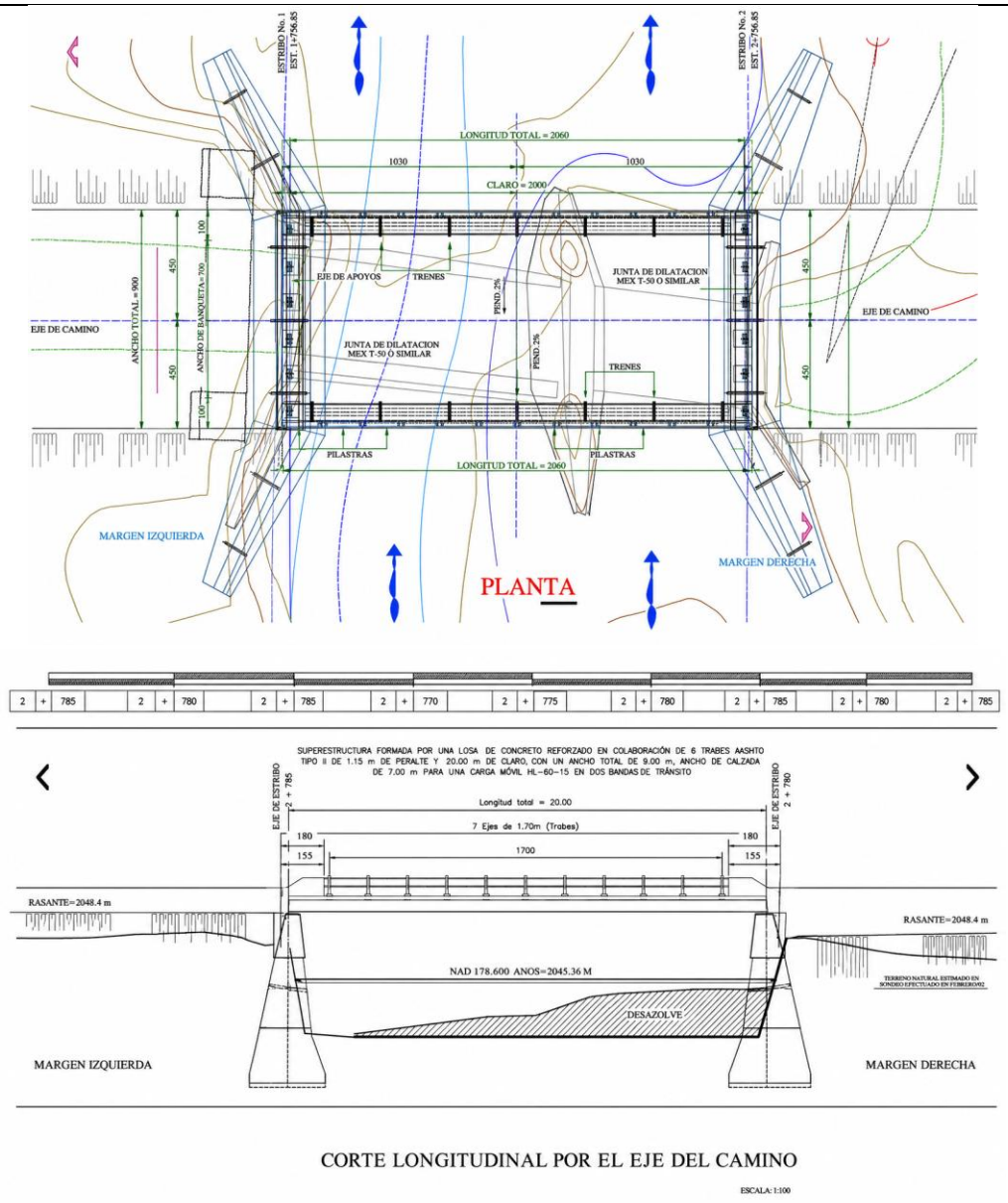
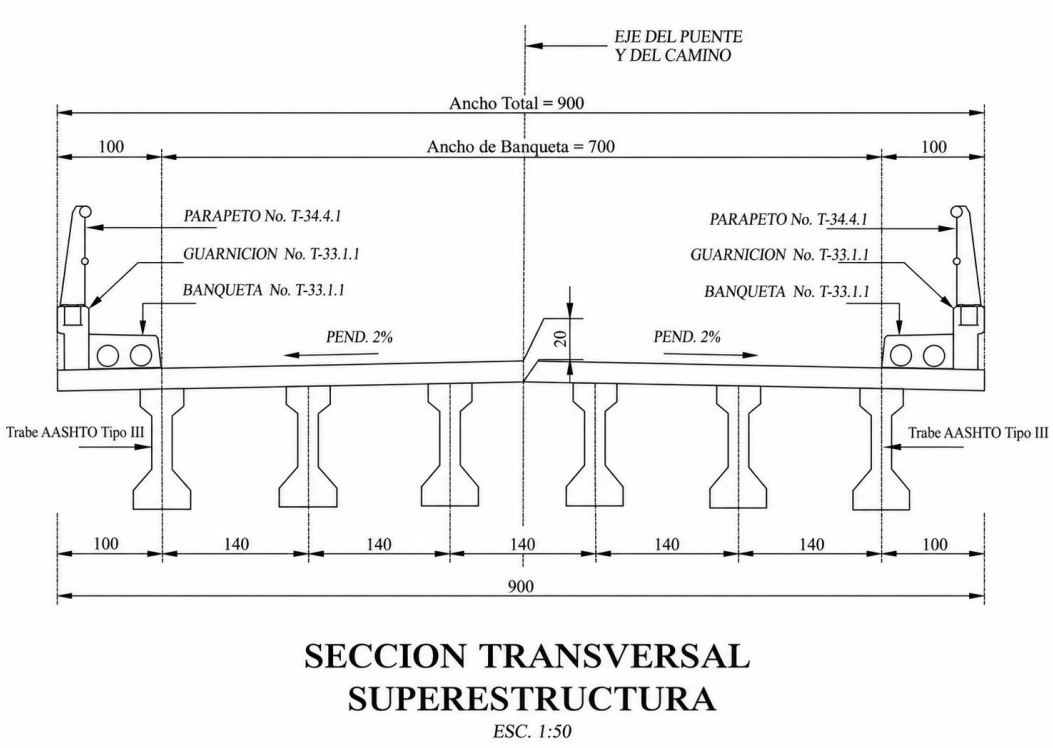


FIGURA I-26 SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS PUENTES



Nota: La base de la información se encuentran en los planos anexos a la MIA-R

I.4.8.7 MUROS

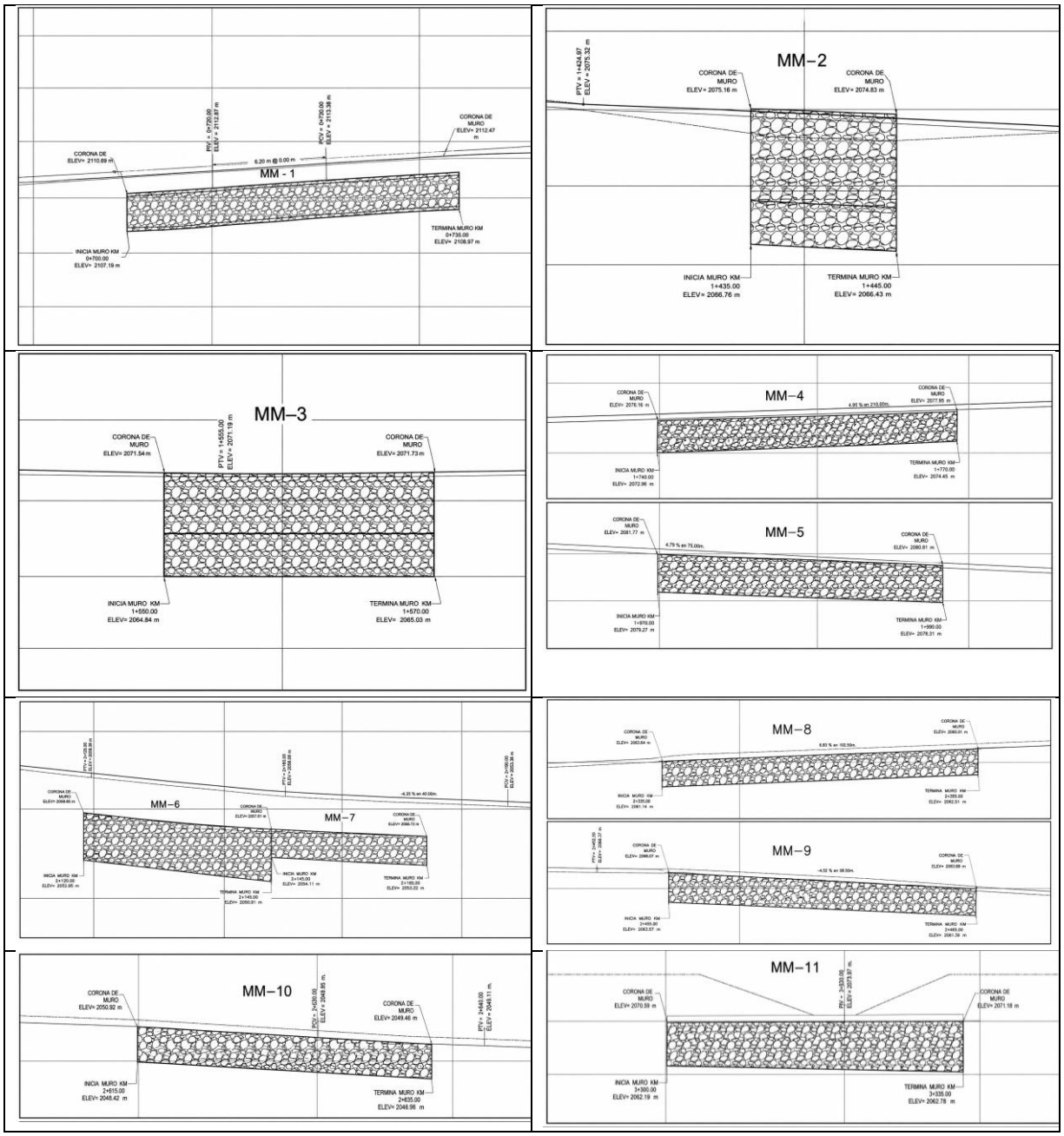
Para la estabilización de los taludes se realizarán la construcción de muros que se indican en el **Cuadro I-8**, se ilustran en la **Figura I-27**.

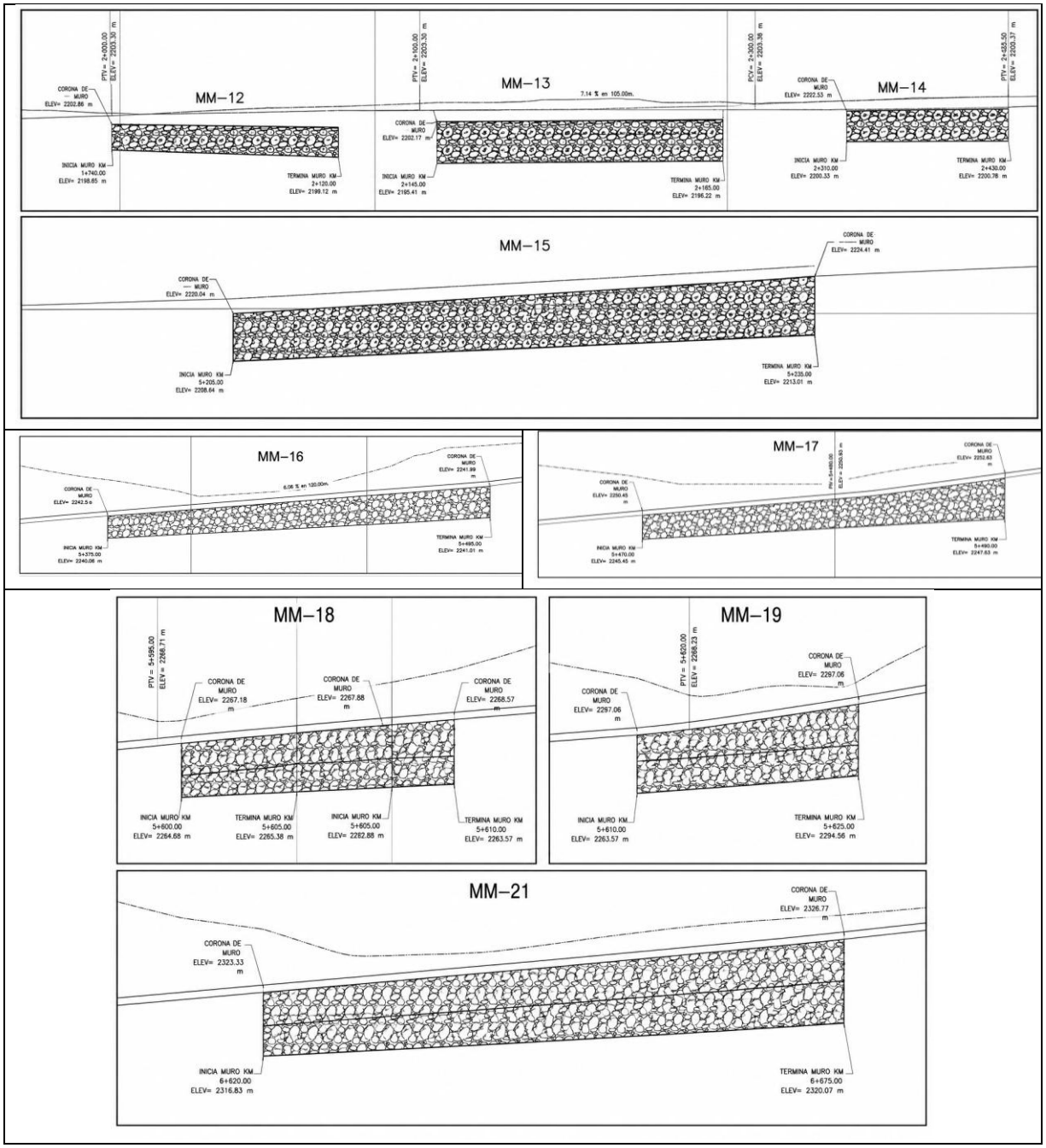
CUADRO I-8 RELACIÓN DE LOS MUROS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

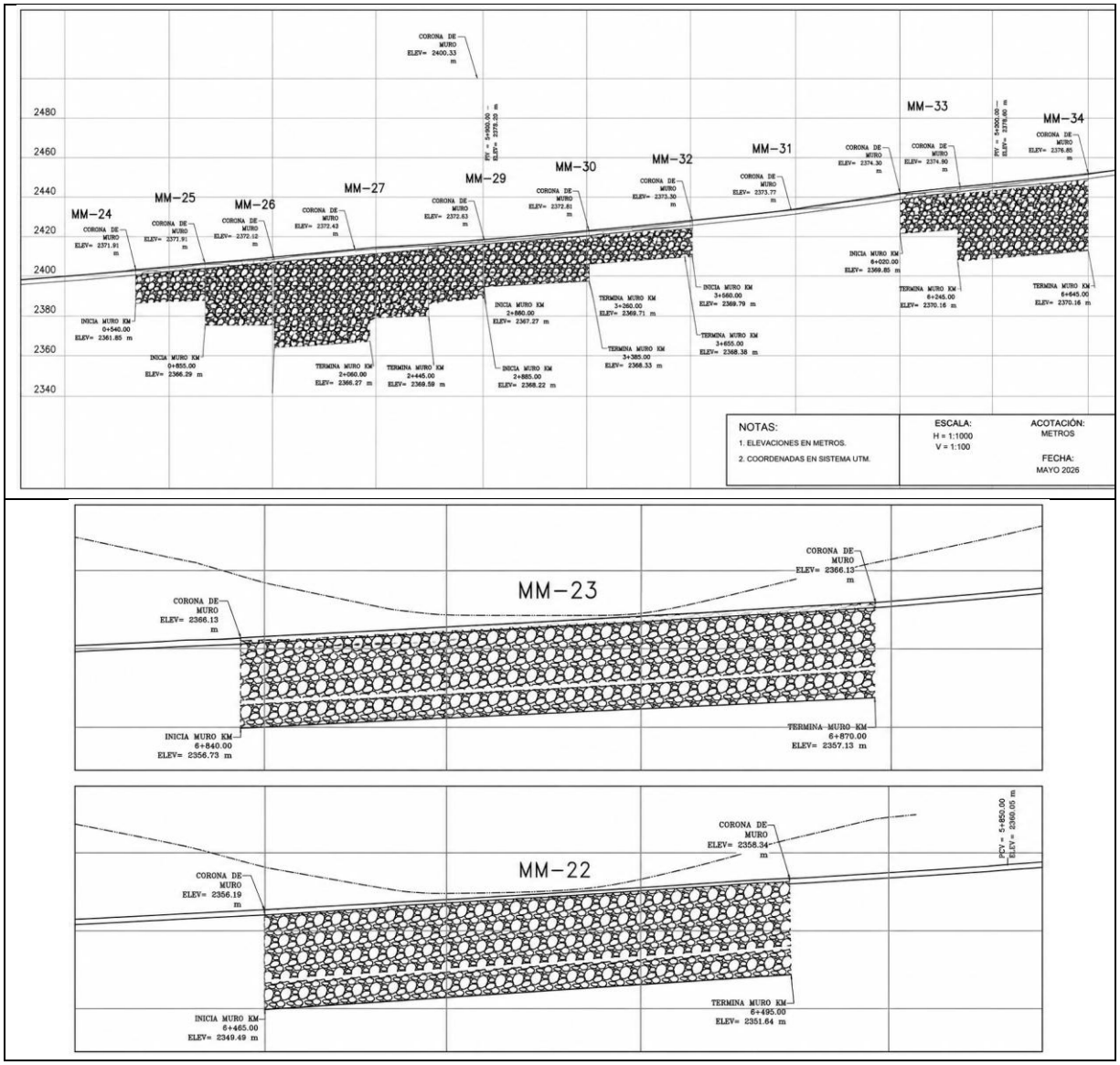
Muro	Cadenamiento de inicio	Altura (m) Inicio muro	Cadenamiento final	Altura (m) Final muro
MM-1	0+700	2107.19	0+735	2108.97
MM-2	1+435.	2066.76	1+445	2066.43
MM-3	1+550	2064.84	1+570	2065.03
MM-4	1+740	2072.96	1+770	2074.45
MM-5	1+970	2079.27	1+990	2078.31
MM-6	2+120	2052.95	2+145	2050.91
MM-7	2+145	2054.11	2+165	2053.22
MM-8	2+335	2061.14	2+355	2062.51
MM-9	2+455	2063.57	2+465	2061.39

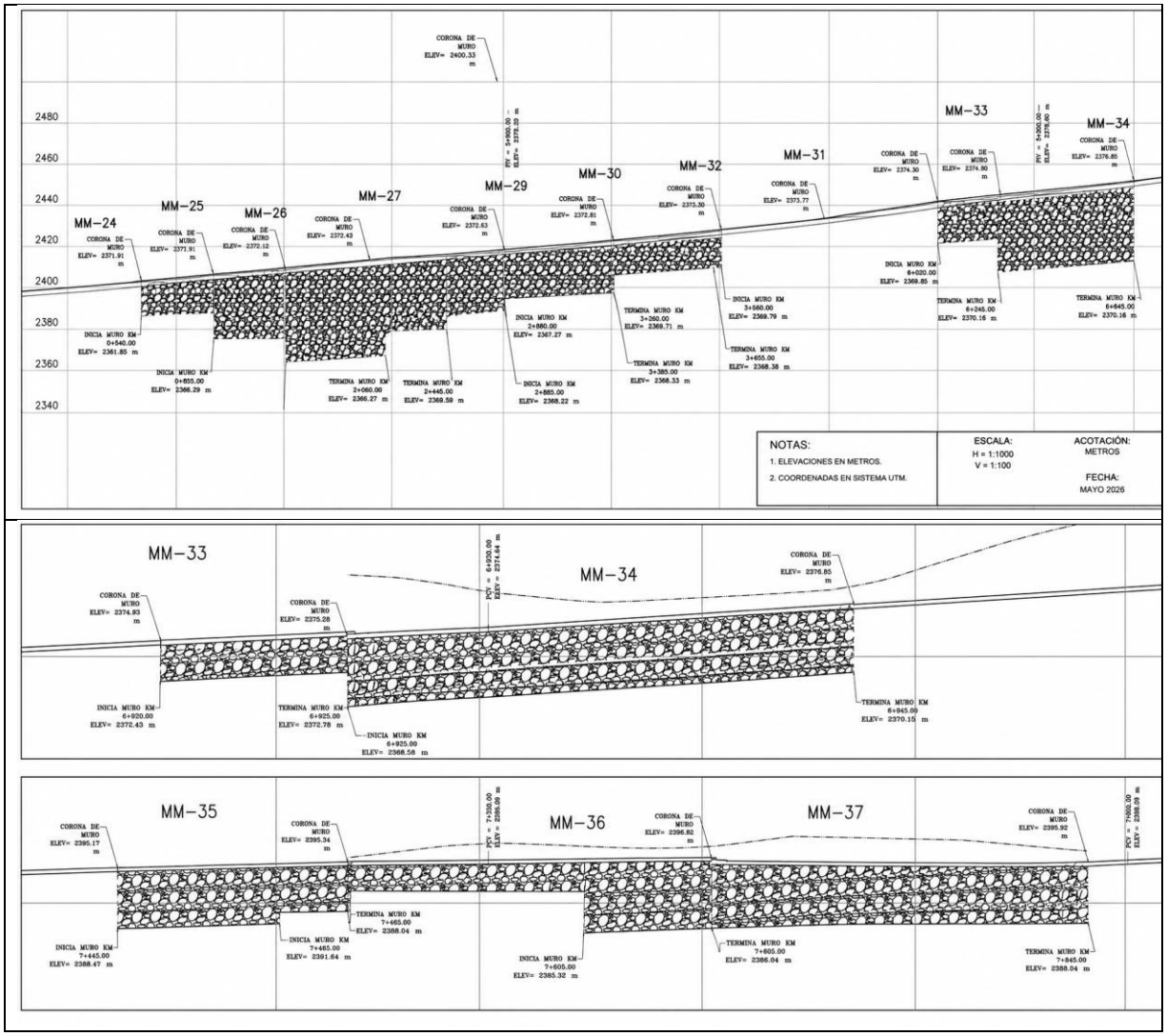
Muro	Cadenamiento de inicio	Altura (m) Inicio muro	Cadenamiento final	Altura (m) Final muro
MM-10	2+615	2048.42	2+635	2046.96
MM-11	3+300	2062.19	3+335	2062.78
MM-12	3+835	2116.06	3+865	2117.21
MM-13	3+865	2113.01	3+895	2114.16
MM-14	3+910	2121.15	3+930	2121.91
MM-15	5+205	2208.64	5+235	2213.01
MM-16	5+375	2240.06	5+415	2242.49
MM-17	5+470	2245.45	5+490	2247.63
MM-18	5+600	2264.68	5+605	2265.38
MM-19	5+605	2262.88	5+610	2263.57
MM-20	5+795	2290.72	5+825	2294.56
MM-21	6+020	2316.63	6+075	2320.07
MM-22	6+465	2349.49	6+495	2351.64
MM-23	6+640	2356.73	6+670	2357.13
MM-24	6+840	2369.14	6+845	2369.3
MM-25	6+845	2366.8	6+850	2366.97
MM-26	6+850	2365.27	6+855	2365.44
MM-27	6+855	2362.74	6+860	2363.91
MM-28	6+860	2361.91	6+870	2362.24
MM-29	6+870	2364.24	6+875	2364.41
MM-30	6+875	2366.11	6+880	2366.27
MM-31	6+880	2367.97	6+890	2368.35
MM-32	6+890	2370.85	6+895	2371.07
MM-33	6+920	2372.43	6+925	2372.78
MM-34	6+925	2368.58	6+945	2370.15
MM-35	7+445	2388.47	7+465	2388.64
MM-36	7+465	2391.84	7+505	2392.42
MM-37	7+505	2385.52	7+545	2388.94
MM-38	8+095	2449.94	8+130	2450.94
MM-39	8+805	2509.2	8+850	2509.66
MM-40	8+850	2513.36	8+865	2513.92

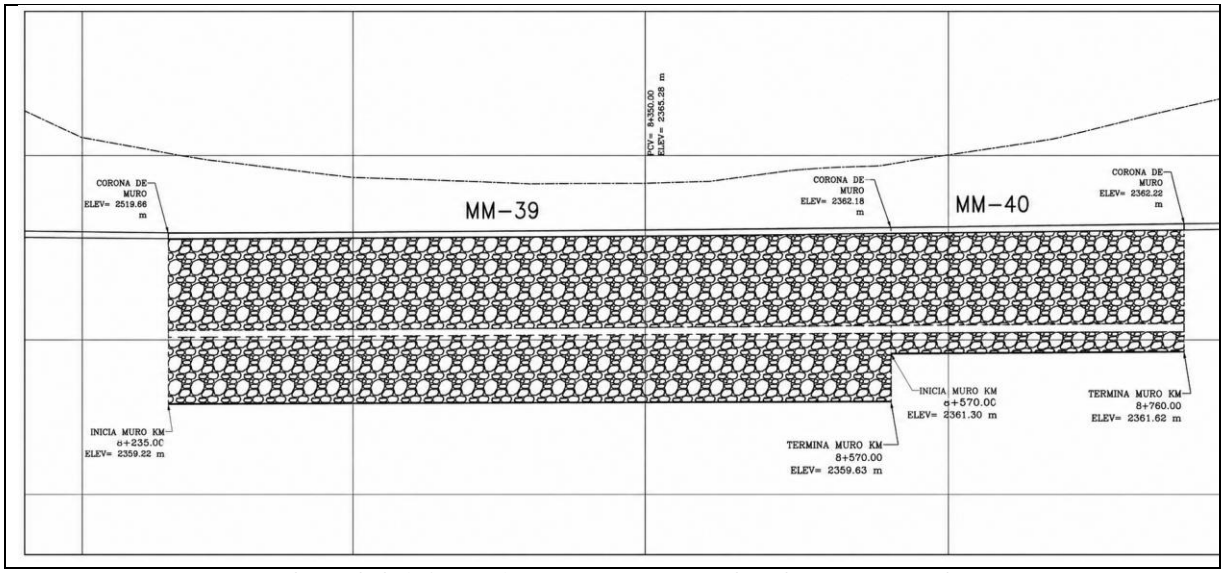
FIGURA I-27 MUROS QUE SE CONSTRUIRÁN PARA PROYECTO




MM–12
MM–13
MM–14
MM–15
MM–16
MM–17
MM–18
MM–19
MM–21


MM−24
MM−25
MM−26
MM−27
MM−29
MM−30
MM−32
MM−31
MM−33
MM−34
MM−23
MM−22
NOTAS:
1. ELEVACIONES EN METROS.
2. COORDENADAS EN SISTEMA UTM.
ESCALA:
H = 1:1000
V = 1:100
ACOTACIÓN:
METROS
FECHA:
MAYO 2026


MM–24
MM–25
MM–26
MM–27
MM–29
MM–30
MM–32
MM–31
MM–33
MM–34
2480
2460
2440
2420
2400
2380
2360
2340
NOTAS:
1. ELEVACIONES EN METROS.
2. COORDENADAS EN SISTEMA UTM.
ESCALA:
H = 1:1000
V = 1:100
ACOTACIÓN:
METROS
FECHA:
MAYO 2026
MM–33
MM–34
MM–35
MM–36
MM–37



Nota: La base de la información se encuentran en los planos anexos a la MIA-R

I.4.9 UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES Y ASOCIADAS

Para la ejecución del proyecto será necesaria la habilitación temporal de obras y áreas de apoyo asociadas a las actividades constructivas. Estas instalaciones tendrán carácter provisional y se ubicarán preferentemente dentro del derecho de vía, sobre áreas previamente alteradas, zonas abiertas o sitios cercanos al camino existente, evitando la remoción adicional de vegetación forestal y la ocupación de áreas ambientalmente sensibles.

Las principales obras y actividades provisionales requeridas serán las siguientes:

- frentes de obra;
- patios de maniobra y guardado de maquinaria, equipo y materiales;
- áreas para oficinas móviles y administración de obra;
- áreas de apoyo para vigilancia ambiental y rescate de flora y fauna;
- sanitarios portátiles;
- zonas temporales para separación y almacenamiento de residuos;
- bancos de materiales;
- bancos de tiro.

La ubicación de estas áreas será variable y dependerá del avance de los trabajos por subtramo. Al concluir su uso, deberán retirarse materiales, residuos, equipos e instalaciones provisionales, dejando los sitios limpios y en condiciones adecuadas.

I.4.9.1.1 Frentes de obra

Los frentes de obra corresponderán a las áreas donde se realizarán las actividades propias de modernización del camino, incluyendo desmonte, despalme, cortes, formación de terraplenes, conformación de bases y subbases, riegos de liga, construcción de obras de drenaje y demás actividades asociadas.

Estos frentes serán itinerantes y se desplazarán conforme avance la construcción. Considerando que podrán participar distintas empresas contratistas, cada una deberá organizar sus frentes de trabajo de acuerdo con el programa de obra del tramo correspondiente, bajo una coordinación general y con apego al Programa de Vigilancia Ambiental.

En cada frente de obra deberán considerarse espacios específicos para:

1. almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos;
2. almacenamiento temporal de residuos de manejo especial;
3. almacenamiento temporal de residuos peligrosos, cuando se generen;
4. acopio temporal de vegetación producto del desmonte autorizado;
5. sanitarios portátiles;
6. circulación y maniobra de maquinaria, vehículos y equipos;
7. áreas auxiliares para materiales de construcción, cuando sean necesarias.

I.4.9.1.2 Patios de maniobra, guardado de maquinaria, materiales y oficinas móviles

Debido a las características del proyecto y a la longitud del corredor carretero, será necesario habilitar áreas temporales destinadas al resguardo de maquinaria y equipo, almacenamiento temporal de materiales de construcción, disposición provisional de materiales producto de despalme o excavación, instalación de baños portátiles y ubicación de oficinas móviles de supervisión y apoyo operativo.

La selección de dichos sitios se realizará bajo criterios técnicos, ambientales y operativos orientados a minimizar la ocupación de nuevas superficies y reducir impactos adicionales sobre el entorno. Para ello, se considerarán preferentemente los siguientes criterios:

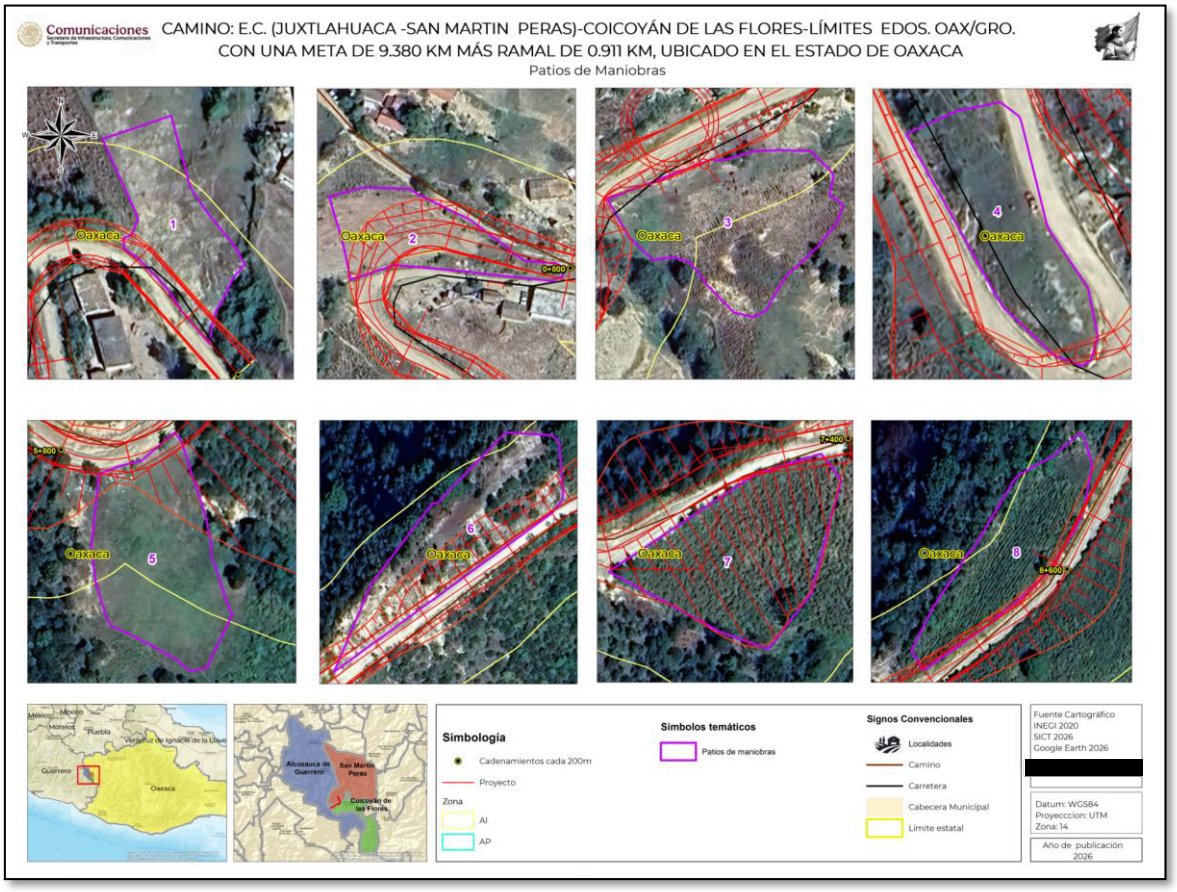
1. Terrenos con pendientes menores a 4°;
2. Superficies con dimensiones suficientes para la operación segura de maquinaria y almacenamiento temporal de materiales;
3. Cercanía a caminos o brechas existentes para evitar aperturas adicionales;
4. Distancia mínima de 100 m respecto de arroyos, cauces o cuerpos de agua;
5. Ausencia de barrancas, zonas inundables o áreas con inestabilidad geotécnica;
6. Aprovechamiento preferente de superficies previamente alteradas o intervenidas;
7. Evitar la remoción de vegetación forestal adicional no considerada en el proyecto; y
8. No interferir con pasos naturales o corredores de fauna.

Con base en recorridos de campo y en el análisis preliminar de las condiciones topográficas y de accesibilidad del área del proyecto, se identificaron diversos sitios potenciales para la ubicación de patios de maniobra y áreas temporales de apoyo, los cuales se presentan en el **Cuadro I-8**.

CUADRO I-9 SITIOS POTENCIALES PARA OS PATIOS DE MANIOBRAS

ID	Superficie (m²)	X	Y
1	994.86	575595.50	1912755.67
2	1268.03	575367.67	1912484.53
3	2228.23	575986.84	1911604.23
4	943.66	576261.05	1911008.48
5	1830.34	575714.52	1910042.88
6	2513.34	574846.43	1909882.17
7	2179.75	574393.16	1909384.09
8	1819.51	573573.72	1909046.14
Suma	**13,777.72**		

FIGURA I-28 ÁREAS POTENCIALES PARA LA UBICACIÓN DE LOS PATIOS DE MANIOBRAS



I.4.9.1.3 Áreas de administración y apoyo

Las áreas de administración estarán conformadas por oficinas móviles y espacios temporales para la coordinación de obra, vigilancia ambiental, supervisión de actividades, apoyo al rescate de flora y fauna, primeros auxilios, hidratación y descanso del personal.

Con la finalidad de reducir la necesidad de campamentos permanentes, se procurará que el personal contratado provenga de localidades cercanas o que cuente con transporte hacia sus sitios de pernocta. Con ello se evitará la generación adicional de aguas residuales, residuos domésticos y presión sobre áreas no previstas para ocupación temporal.

I.4.9.1.4 Instalaciones sanitarias

Para prevenir la contaminación del suelo y de los escurrimientos cercanos al trazo, se contratará el servicio de sanitarios portátiles o se fabricará para el personal operativo. Estos se colocarán principalmente en los frentes de obra, patios de maniobra y áreas de oficinas móviles, y serán reubicados conforme avance la construcción.

La supervisión ambiental verificará que la empresa responsable del servicio cuente con autorización o contrato vigente para el manejo, retiro, tratamiento y disposición adecuada de los residuos generados por los sanitarios portátiles, conforme a la normativa aplicable.

Debido a la ubicación remota del proyecto y a las limitaciones logísticas para la contratación continua de sanitarios portátiles, se podrán instalar **sanitarios secos temporales**, siempre que cuenten con diseño adecuado, estructura cerrada, ventilación, cubierta, piso impermeable o sistema de contención, materiales secantes y mantenimiento periódico.

Estos sanitarios deberán ubicarse fuera de cauces, arroyos, barrancas, zonas inundables y áreas con vegetación sensible. No deberán operar como fosas negras ni permitir la infiltración directa de excretas al suelo. La empresa contratista será responsable de su limpieza, operación, retiro o clausura adecuada, bajo verificación de la supervisión ambiental.

En ningún caso se permitirá la descarga de excretas, lixiviados o residuos sanitarios al suelo, escurrimientos superficiales o vegetación circundante.

I.4.9.1.5 Áreas temporales para el Manejo temporal de Residuos Sólidos

Durante las distintas etapas de preparación y construcción del proyecto se generarán diversos residuos sólidos asociados a actividades de desmonte, despalme, excavaciones, movimientos de tierra, operación de maquinaria y vehículos, manejo de materiales para construcción y actividades cotidianas del personal de obra.

Entre los principales residuos que podrán generarse se encuentran:

a) Material vegetal producto del desmonte;
b) Materiales producto de despalme;

c) Materiales de excavación y movimientos de tierra;
d) Residuos asociados a la operación y mantenimiento de maquinaria y vehículos;
e) Restos y sobrantes de materiales de construcción; y
f) Residuos sólidos urbanos generados por el personal operativo.

Debido a las características y volumen de los materiales generados, particularmente aquellos derivados del desmonte, despalme y excavaciones, será necesario disponer de áreas temporales suficientemente amplias y operativamente adecuadas dentro de los frentes de obra, patios de maniobra y áreas auxiliares, destinadas al almacenamiento temporal, separación y manejo ordenado de los residuos y materiales producto de la construcción.

Lo anterior resulta relevante considerando que algunos residuos, especialmente los materiales vegetales y los provenientes de excavaciones y movimientos de tierra, pueden alcanzar volúmenes importantes durante el desarrollo de las obras, por lo que su manejo inadecuado podría generar dispersión de materiales, obstrucción de escurrimientos superficiales, afectaciones a las áreas de tránsito o procesos localizados de erosión.

En el caso de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial no pétreos, se contará con recipientes o contenedores con capacidad suficiente, tapa y señalización visible para facilitar la separación y almacenamiento temporal de materiales como residuos orgánicos, plásticos, papel y cartón, vidrio, metales y otros residuos sólidos no peligrosos.

I.4.9.1.6 Instalaciones para el Manejo de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la construcción, tales como envases con restos de pintura, solventes, aceites usados, lubricantes, grasas, estopas, trapos o materiales impregnados con hidrocarburos, deberán manejarse conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos.

Los sitios destinados al almacenamiento temporal de este tipo de residuos deberán contar con piso impermeable, sardinel o sistema de contención, tapa o cubierta, señalización, recipientes herméticos y materiales para atención de derrames. Estos espacios deberán ubicarse lejos de escurrimientos, barrancas, cauces, zonas inundables y áreas con vegetación natural.

I.4.9.1.7 Bancos de materiales

Los materiales empleados para la construcción deberán cumplir con las especificaciones técnicas y de calidad establecidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), así como con la normatividad técnica aplicable para cada uno de los componentes de la estructura del pavimento.

Para la conformación de la subrasante se considerará como referencia la Norma N-CTM-1-03 “Materiales para Subrasante”, aplicable a materiales compactables provenientes de bancos de préstamo. Los materiales deberán cumplir con las características granulométricas y parámetros de calidad requeridos para las condiciones de diseño del proyecto, incluyendo tamaño máximo de partícula, límites de plasticidad, capacidad de soporte y grado de compactación.

Entre los principales requisitos considerados para la capa subrasante se encuentran.

- Característica Valor
- Tamaño máximo (mm) 76
- Límite líquido (%) máximo 40
- Índice plástico (%) máximo 12
- Valor Soporte de California (CBR) (%) mínimo 20
- Expansión máxima (%) 2

Para la construcción de la base hidráulica se utilizarán agregados pétreos que cumplan con la Norma N-CMT-4-02-002/04 del Libro CMT “Características de los Materiales”, Parte 4 “Materiales para Pavimentos”, correspondiente a materiales para subbases y bases hidráulicas.

El cemento empleado será Portland tipo CPC o CPO, cumpliendo con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Norma N-CMT-2-02-001/02 o, en su caso, en la Norma NMX-C-414-ONNCCE vigente.

Asimismo, para el riego de liga se utilizarán materiales pétreos tipo 3-E conforme a la Norma N-CMT-4-04, considerando un contenido aproximado de cemento asfáltico del 2 % en peso, o aquel que sea determinado mediante los estudios y pruebas de laboratorio correspondientes.

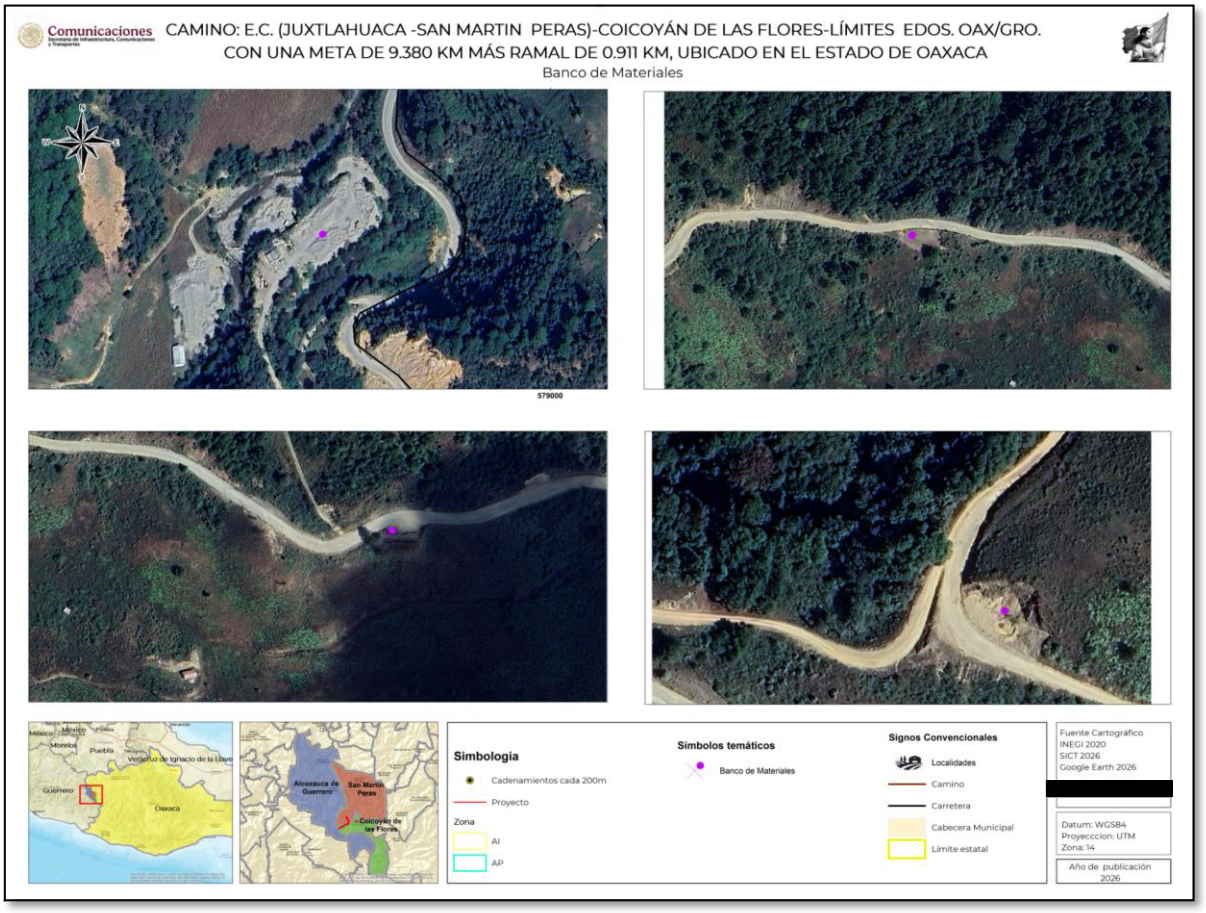
Para el desarrollo del proyecto se identificaron diversos bancos de materiales localizados en la región, los cuales podrán abastecer los materiales pétreos requeridos para la construcción de terracerías, subrasantes, bases hidráulicas y demás componentes de la estructura del pavimento. La ubicación de dichos bancos se presenta en el Cuadro I-9 y se ilustra en la Figura I-29.

Los bancos considerados corresponden preferentemente a sitios previamente intervenidos o actualmente en operación dentro de la región, por lo que el aprovechamiento de estos materiales no implica por sí mismo la apertura de nuevos bancos ni la remoción adicional de vegetación forestal asociada al proyecto. No obstante, en caso de que durante la ejecución de la obra resulte necesario habilitar áreas adicionales o realizar actividades sujetas a autorización ambiental o municipal, las empresas contratistas deberán efectuar las gestiones, permisos y trámites que resulten aplicables ante las autoridades competentes.

CUADRO I-10 COORDENADAS UTM DE LOS BANCOS DE MATERIALES DETECTADOS EN LA REGIÓN.

ID	NOMBRE	X	Y
1	13+500	578808	1911232
2	El Arco	586002	1912233
3	El Poste	586363	1912161
4	La Escopeta	588378	1912280

FIGURA I-29 UBICACIÓN DE LOS BANCOS DE MATERIALES



I.4.9.1.8 Pasos a desnivel y entronques

No se prevé en pasos a desnivel al desarrollar el proyecto.

I.4.9.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

I.4.9.2.1 Suministro de agua potable

Se suministrará agua a través de la dotación de garrafones de agua potable de manera periódica, es importante mencionar que no se establecerán obras o plantas de tratamiento en el área del proyecto para suministro de agua potable.

I.4.9.2.2 Suministro de agua para reducción de emisiones de polvo

Se requerirá el suministro de agua para riego, mediante la compra de agua los municipios de **Santiago Juxtlahuaca** o **Heroica Ciudad de Tlaxiaco**.

I.4.9.2.3 Abasto de diésel y gasolina para el funcionamiento de la maquinaria y vehículos

El abasto de combustibles podrá realizarse directamente en las estaciones de servicio establecidas en diversos puntos del municipio de Santiago Juxtlahuaca.

I.4.9.2.4 Suministro de alimentación

Se contratará a personas de las localidades pertenecientes a los municipios de Coicoyán de Flores o de San Martín Peras, para que brinden servicio de elaboración de alimentos, a quienes se le pedirá la recolección y manejo de residuos sólidos.

I.4.9.2.5 Suministro de sanitarios

Serán rentados sanitarios portátiles con alguna empresa especializada que, además, se responsabilice de su mantenimiento, recolección de residuos y traslado a sitios de disposición final, así se estima la dotación de un baño portátil por cada 25 trabajadores.
Habitaciones para alojar a los trabajadores

En la región, es posible encontrar empresas arrendadoras de sanitarios portátiles principalmente en la ciudad de Huajuapan de León.

I.4.9.2.6 Oficinas con servicio de teléfono y energía eléctrica

Se habilitarán oficinas en unidades móviles, que se establecerán en los patios de maniobras y se conectarán con una acometida de CFE (de ser posible), las personas que participen portarán teléfonos móviles y radios, en la zona la señal no es adecuada pero no será necesaria la construcción de instalaciones especiales.

I.4.9.2.7 Servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se prevé la generación de distintos tipos de residuos sólidos y materiales producto de las actividades constructivas, los cuales deberán manejarse de forma diferenciada conforme a sus características, volumen y posibilidades de reutilización, reciclaje o disposición final.

Debido a la naturaleza lineal del proyecto y al volumen de materiales que podrán generarse durante actividades como desmonte, despalme, excavaciones y construcción de terraplenes, será necesario implementar medidas de manejo temporal que permitan evitar la dispersión de residuos, afectaciones a escurrimientos superficiales, obstrucción de caminos o riesgos para la población y el entorno.

En términos generales, se privilegiará la reutilización de materiales dentro de la propia obra, particularmente aquellos provenientes de despalme, excavaciones y restos vegetales, siempre que sus características técnicas y ambientales lo permitan. Asimismo, los residuos que no puedan ser aprovechados deberán ser manejados y dispuestos conforme a la normatividad ambiental aplicable y mediante servicios autorizados cuando corresponda.

En el Cuadro I-10 se presentan los principales residuos esperados durante el desarrollo del proyecto, así como las medidas generales de manejo y su destino final.

CUADRO I-11 RESIDUOS ESPERADOS, FORMA DE MANEJO Y DESTINO FINAL

Residuos	Forma de manejo	Destino final
Restos de vegetación derivados del desmonte y derribo de árboles	Los materiales vegetales serán separados y, en su caso, triturados o trozados para facilitar su aprovechamiento. Los troncos aprovechables podrán ser entregados a	Los restos vegetales podrán reincorporarse al suelo, utilizarse como cobertura orgánica o aprovecharse en actividades de restauración y reforestación.

Residuos	Forma de manejo	Destino final
	pobladores locales conforme a las disposiciones aplicables.	
Material producto del despalme	El material orgánico superficial será almacenado temporalmente de manera separada para favorecer su reutilización.	Se reutilizará preferentemente en actividades de revegetación, restauración de áreas intervenidas y reforestación.
Material producto de excavaciones y formación de terraplenes	Los materiales serán manejados conforme a las recomendaciones geotécnicas y procurando evitar afectaciones a escurrimientos, caminos o propiedades.	Se reutilizarán dentro de la obra en la medida de lo posible; los excedentes se dispondrán en sitios autorizados.
Restos y sobrantes de materiales de construcción	Se promoverá el cálculo preciso de materiales y el almacenamiento ordenado para minimizar excedentes.	Los materiales sobrantes podrán reutilizarse en otras actividades constructivas o enviarse a disposición autorizada.
Residuos de neumáticos, refacciones o partes de maquinaria	Se almacenarán temporalmente en áreas delimitadas y seguras dentro de los frentes de obra o patios de maniobra.	Serán entregados a empresas recicladoras o prestadores autorizados.
Residuos sanitarios	Se utilizarán sanitarios portátiles suministrados y operados por empresas especializadas.	Las empresas prestadoras realizarán la recolección, limpieza y disposición conforme a la normatividad aplicable.
Residuos de alimentos, envolturas y envases	Los residuos serán separados y almacenados temporalmente en recipientes adecuados con tapa.	Se entregarán al servicio de limpia o a empresas autorizadas para su disposición final.
Materiales impregnados con sustancias peligrosas o tóxicas	Se manejarán en recipientes herméticos y debidamente identificados, en áreas seguras y señalizadas.	Serán entregados a empresas autorizadas para su manejo, transporte y disposición final.

I.4.10 PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN

I.4.10.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

Las actividades preliminares o de preparación del sitio, se realizarán de manera paulatina conforme se avance y se defina a más detalle por las empresas que sean contratadas y las mismas estarán coordinadas por una empresa de supervisión externa, que vigile el cumplimiento de las medidas que se señalan en esta MIA-R y las que puedan

disponerse el oficio de resolución de impacto ambiental. Forman parte de esta etapa, las siguientes actividades.

- Rescate y reubicación de la fauna silvestre.
- Rescate y reubicación de la flora silvestre.
- Remoción de vegetación (ejemplares arbóreos y vegetación ruderal y arvense).
- Trazos de las obras y colocación de señalamientos.
- Señalamiento Preventivo y Seguridad.
- Despalmes de los terrenos que se van a incorporar a las vialidades.
- Fresado de carpeta asfáltica según los planos geométricos y de detalle.
- Limpiezas constantes de las zonas.
- Establecimiento de patios de maniobras y frentes de obras.
- Instalación de oficinas, definición de áreas de manejo de residuos, y otras áreas de trabajo.
- Rescate y reubicación de la fauna silvestre

Es importante señalar, que previo a las actividades de despalme y de remoción de la vegetación, se realice actividades de ahuyentamiento de la fauna de rápido de desplazamiento como las aves; así como el rescate y reubicación de especies de fauna de lento desplazamiento; la reubicación de nidos y la identificación de madrigueras para evitar cualquiera afectación a la fauna silvestre, así será preciso contar con una brigada de personal especializado o de zoólogos que encabecen los trabajos de rescate y que los trabajos de reubicación se efectúen conforme los nichos de distribución geográfica de las especies de fauna de la región.

I.4.10.1.1 Rescate y reubicación de flora silvestre

Se harán recorridos de verificación de ejemplares con el uso del inventario preliminar, para marcar a los ejemplares arbóreos a rescatar y siguiendo las normas aplicables, además de las recomendaciones del programa de rescate anexo a la presente MIA-R, se procederá a realizar preparación de los banqueos necesarios al menos con un mes de anticipación al banqueo definitivo, una vez banqueados, los ejemplares deben ser conducidos a un vivero (ya sea que se habilite por los propios contratistas o existente en la zona de las obras), en el vivero se mantendrán vivos los ejemplares para su posterior utilización en las áreas conservadas que se establezcan en la zona de las obras (según el programa anexo a esta MIA-R).

I.4.10.1.2 Remoción de vegetación (ejemplares arbóreos y vegetación ruderal y arvense)

Las actividades de preparación del sitio consisten en derribos de ejemplares arbóreos que no se puedan rescatar, además de la roza y desenraice:

Derribo de arbolado. Se derribarán árboles y arbustos que no sea factible su rescate y reubicación (de acuerdo con lo establecido en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre anexo al presente), de manera manual o con el uso de maquinaría, sin la utilización de sustancias tóxicas. Cuando se haga el corte por medios manuales, el tocón de los árboles quedará a una altura máxima de 30 cm sobre el suelo y el de los arbustos a 20 cm, excepto en la superficie en que deba efectuarse el desenraice.

Roza: implica eliminar la maleza, hierba, zacate o residuos leñosos del sotobosque.
Desenraice: consiste en sacar del terreno natural los tocones o troncos con todo y raíces cortando estas.

I.4.10.1.3 Trazo y nivelación

El trazo del proyecto será conseguido con el apoyo de equipo topográfico y personal calificado, que permitirá delimitar los ceros del proyecto, esta es una de las actividades más importantes de la obra, ya que los errores que pudieren cometerse en la definición del trazo preliminar, repercutirán en los trabajos a ejecutar durante la fase de construcción y en la operación del camino, dando como resultado una mala calidad de obra y en casos extraordinarios, una eventual mayor superficie de afectación de terrenos que sustentan vegetación forestal, para alcanzar el ancho de corona de proyecto.

I.4.10.1.4 Despalme

El despalme de terreno se realizará donde marque el proyecto la construcción del terraplén y las zonas de corte de taludes, hasta alcanzar la sección del ancho de corona especificado en el proyecto.

I.4.10.1.5 Nivelación

Esta actividad será realizada por una brigada de topógrafos con experiencia en la construcción de caminos, de tal manera se alcance la pendiente y el bombeo que marca el proyecto para la superficie revestida de rodamiento.

I.4.10.1.6 Señalamiento Preventivo y Seguridad

En las áreas de construcción del proyecto serán colocados elementos de seguridad como lo son señalamientos que informen a los conductores que se desarrollan actividades de construcción en la vialidad, con la finalidad de proteger la obra y salvaguardar la integridad física de los trabajadores. Dichos elementos serán conformados por señalamientos, iluminación y personal para apoyo y desvío de tránsito vehicular peatonal, estos últimos deberán portar equipo de seguridad con elementos reflejantes para mayor visibilidad de los conductores tanto de día como de noche.

Previo a comenzar los trabajos preparación del sitio y construcción deberán colocarse las delimitaciones en áreas y frentes de trabajo, con la finalidad de resguardar la integridad física de los trabajadores y evitar la invasión de áreas aledañas al proyecto, así como evitar que los vehículos transiten por espacios en donde se realizan trabajos. La delimitación deberá realizarse con tapiales que sean duraderos y de fácil montaje y desmontaje.
Despalmes de los terrenos que se van a incorporar a las vialidades

El trabajo de despalme del área por construir se basará en el proyecto de terracerías correspondiente. En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones estarán debidamente indicadas en el proyecto de terracerías, la compactación de la cama del corte será al 90% de su PVSM en una profundidad de 0.20 m donde así lo indique el proyecto.

Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la subrasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM. Así mismo la compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes será de 90% de su PVSM., en una profundidad de 0.20m.

La capa de transición se construirá dependiendo de la altura del cuerpo de terraplén debiendo construirse de 0.20 m, si la altura de éste es menor de 0.80 m y si es mayor se

construirá de 0.50 m; en cualquier caso, deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM donde así lo indique el proyecto.

Finalmente se construirá la capa subrasante con un espesor de 0.30 m en todo el ancho de la sección y el material que constituya dicha capa deberá compactarse al 100% de su PVSM.

Los materiales empleados en la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

I.4.10.1.7 Limpiezas constantes de los frentes de obra

Todas las áreas se mantendrán limpias con la presencia de personal de limpieza, durante las limpiezas se recolectarán los residuos de diferente tipo y se almacenarán en contendedores que estarán debidamente rotulados según la naturaleza de los residuos.
Establecimiento de patios de guardado y frentes de obras

Se habilitarán en los patios de apoyo, manteniendo un orden apropiado conforme a un plano, en el que se indique las zonas de guardado de materiales, estacionado de vehículos, de oficinas, de vigilancia, así como de las zonas de almacenamiento temporal de residuos dependiendo de la clase. Se habilitarán zonas para almacenamiento de materiales impregnados de sustancias tóxicas.

I.4.10.2 CONSTRUCCIÓN

En el caso de secciones en corte se abrirá cajá en el espesor necesario para alojar el terraplén, en caso necesario, es decir, si el grado de compactación de la superficie descubierta es inferior al indicado en diseño del pavimento, se escarificarán veinte centímetros y se compactará dicho espesor hasta alcanzar el mínimo peso volumétrico seco máximo que le corresponda al material, indicado en el diseño del pavimento.

La formación de la capa sub-rasante se realizará con materiales que cumplan con la calidad especificada por la dependencia encargada de la supervisión de la ejecución del proyecto.

El material que resulte por el movimiento de tierras se almacenará en las márgenes laterales de las zonas que se vayan abriendo o cortando dentro de la zona de construcción, incorporando agua y manteniendo los materiales en fase húmeda necesaria para alcanzar tres puntos porcentuales por arriba de su humedad óptima de compactación.

Se uniformizarán los materiales para lograr la formación del terraplén, los materiales edáficos se tenderán en capas de espesor máximo suelto aproximado de dieciocho centímetros, compactando cada una de ellas con el equipo apropiado hasta alcanzar el porcentaje de compactación especificado por la dependencia; en esta capa se dará el bombeo necesario para asegurar el drenaje superficial, alcanzando la pendiente transversal indicada en el proyecto geométrico.

En el caso de secciones en terraplén, se verificará el grado de compactación al nivel de desplante sobre el terreno natural. En caso necesario, se procederá como se indicó en el inciso A); la formación del terraplén se hará mediante capas de dieciocho centímetros de espesor sueltos. Cada capa se compactará con el equipo apropiado para cada tipo de material, no se colocará otra capa si la subyacente no cumplió con el grado de compactación especificado.

Se verificará que los materiales de terraplén y subrasante cumplan con la calidad requerida por las normas de la SICT.

Sobre la subrasante debidamente tendida y compactada, se colocará el material de base hidráulica, una vez que se encuentre completamente homogeneizada con la humedad óptima de compactación. La capa de base hidráulica se compactará con el equipo apropiado para alcanzar el grado de compactación que le corresponde de acuerdo con el cálculo de espesores. Este espesor será uniforme en toda la sección transversal, pues la subrasante se construyó con el bombeo indicado en el proyecto geométrico.

Una vez tendida y compactada la capa de base hidráulica y transcurrido el tiempo necesario para la evaporación de la humedad superficial, se procederá al barrido de la superficie a fin de eliminar material suelto y substancias extrañas. A continuación, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica, con petrolizadora provista de barra esparcidora y sistema de calentamiento. El asfalto se aplicará a razón de 1.8 a 2.5 litros por metro cuadrado de superficie a tratar, a una temperatura entre 5 0C y 30 0C. Una base bien construida no deberá presentar depresiones que propicien encharcamientos, sin embargo, es factible la formación de charcos aun cuando no existan depresiones; en tal caso el exceso de asfalto deberá removerse mediante cepillado. La base impregnada deberá cerrarse al

tránsito durante veinticuatro horas siguientes a la impregnación. Se considera que la impregnación resultó adecuada si se tiene una penetración de asfalto mayor a 4.0 mm.

Una vez impregnada la base y verificando que no existen encharcamientos además de que el asfalto de impregnación haya fraguado por completo, (se encuentre seco al tacto), se barrerá la superficie con el mismo propósito señalado anteriormente. A continuación, se aplicará un riego de liga con emulsión y aplicación de 0.6 a 0.8 litros por metro cuadrado.

Sobre la base con el riego de liga y una vez que se logró el fraguado del mismo, se colocará la carpeta de concreto asfáltico mediante extendedora y en una sola capa si el espesor es menor de 8.00 cm compactos, con el espesor suelto necesario, para obtener el espesor compacto requerido en el proyecto en cada caso; una vez tendida la mezcla, deberá compactarse con rodillo liso para el acomodo inicial del material a la temperatura más alta que la consistencia de la mezcla permita sin que presenten desplazamientos de la mezcla asfáltica. Posteriormente, se utilizará un rodillo de compactación de neumáticos. En caso necesario se utilizará nuevamente el rodillo liso para borrar la huella del neumático.

La textura superficial podrá ser abierta, cerrada o intermedia, pero necesariamente deberá ser impermeable. Se realizarán pruebas de permeabilidad a fin de determinar, si el índice de permeabilidad resulta mayor al 10.0%, y se procederá a efectuar a la brevedad posible, un riego de sello a fin de preservar la carpeta asfáltica.

Antes de iniciar los trabajos de pavimentación, deberán concluirse todas las obras de alcantarillado y cualesquier otra que deba quedar bajo la estructura del pavimento.

Los procedimientos que se aplicarán para la construcción de esta obra se relacionan en el Cuadro I-11 y se realizarán de conformidad con la normativa de la SCT (señalada en el mismo Cuadro I-11); incluirán aspectos contenidos en el Libro 4 de las Normas de Calidad de la Dependencia.

CUADRO I-12 NORMAS PARA PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

TAREA	NORMA	DESCRIPCIÓN GENERAL
Despalme	N·CTR·CAR·1·01·002/00	Regula la remoción de la capa superficial del terreno con el fin de evitar la mezcla de materiales orgánicos en el pavimento
Cortes	N·CTR·CAR·1·01·003/00	Dispone de criterios para las excavaciones que se realizarán a cielo abierto en terreno natural, con el objeto de preparar la sección de obra

TAREA	NORMA	DESCRIPCIÓN GENERAL
Afinamiento	N·CTR·CAR·1·01·006/00	Dispone los criterios o lineamientos que deben seguirse para las excavaciones para perfilar las secciones
Excavación para Estructuras	N·CTR·CAR·1·01·007/00	Define lineamientos y procedimiento para alojar las estructuras de drenaje
Terraplenes	N·CTR·CAR·1·01·009/00	Determina los criterios, así como lineamientos para la formación de un terraplén con los materiales procedentes de los cortes y complementándolos con los bancos de materiales con el fin de obtener la subrasante.
Terraplenes Reforzados	N·CTR·CAR·1·01·010/00	Determina los criterios, así como lineamientos para la formación de terraplenes con la adición de materiales plásticos o metálicos que pueden aumentar la capacidad de tensión de los terraplenes
Rellenos	N·CTR·CAR·1·01·011/00	Determina los criterios, así como lineamientos para la colocación de materiales que se requieren como tuberías, así como de trincheras estabilizadoras.
Puentes	Normas N-PRY-CAR-6 “Proyecto de Puentes y Estructuras”, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte (IMT).	Criterios para construcción de viaductos y de puentes
Sismos	Manual de Diseño de Obras Civiles “Diseño por Sismo”, 2015, Comisión Federal de Electricidad (CFE) e Instituto de Investigaciones Eléctricas.	
Criterios para fabricación de concretos	ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary, American Concrete Institute (ACI).	

I.4.10.3 DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE MAYOR

Los trabajos que se ejecutarán para el desarrollo de las obras de drenaje, en este caso los puentes antes señalados, comprenden los trabajos de preparación del sitio y construcción se indican enseguida y se ilustran en la **Figura I-30**.

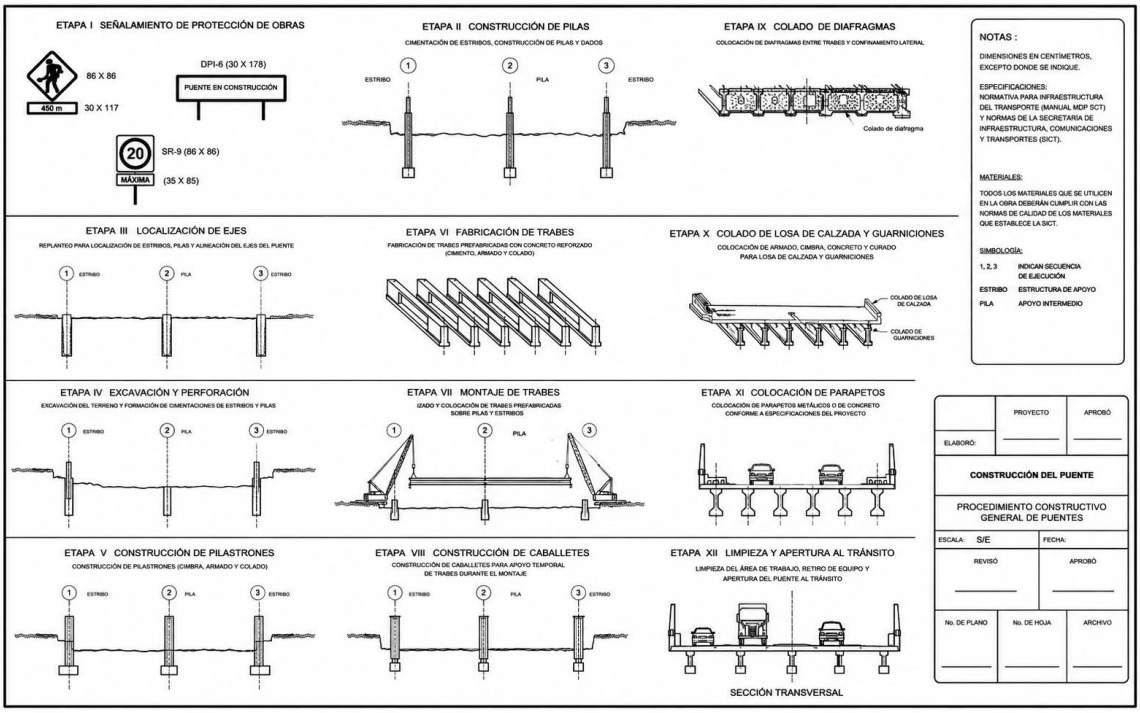
Preparación del sitio

- Delimitación y señalamiento de las áreas de trabajo
- Desmonte y deshierbe
- Localización de los ejes

Construcción

- Señalamiento de protección de obras
- Construcción de pilas y colado de diafragmas
- Localización de ejes
- Fabricación de trabes y colado de losas de calzada
- Excavación y perforación , montaje de trabes y colocación de parapetos
- Construcción de pilastrones y caballetes

FIGURA I-30 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN PARA PUENTES MENORES



I.4.10.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La fase de operación y mantenimiento tiene el objetivo mantener las vialidades en óptimas condiciones para los vehículos que requieran trasladarse por la carretera rural, el cual implica el trabajo constante de cuadrillas de limpieza y desazolve al menos una vez cada seis meses o máximo de manera anual, en el cual deberán de retirarse residuos acumulados y material terrígeno de las obras de drenaje.

Las actividades de mantenimiento también involucran la rehabilitación de tramos que pudieran sufrir hundimientos o depresiones, así como deterioro que a su vez provoca el agrietamiento del pavimento, aunado al constante paso de vehículos de carga y a las lluvias. En virtud de lo antes expuesto, el mantenimiento incluirá el chapeo de las vialidades antes mencionadas, así como la ejecución de trabajos de pintura y la sustitución de señalamientos cuando así sea necesario.

El mantenimiento estará clasificado de la siguiente manera:

Mantenimiento preventivo y correctivo: se refiere a la ejecución de actividades menores, mismas que deberán calendarizarse en programas de trabajo cada cierto periodo de tiempo. Este consiste en trabajos de limpieza, de pintura, de bacheo, por mencionar algunas. Al realizar este tipo de mantenimiento no será necesario utilizar herramientas de gran tamaño o de uso especifico.

Mantenimiento mayor: se refiere a la rehabilitación de tramos de las vialidades específicos, a estos no es suficiente realizar un bacheo con herramientas menores, requiere para su ejecución actividades de re-nivelación y revestimiento, además del cierre de un carril de circulación.

I.4.10.4.1 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de una vialidad de altas especificaciones que estará en uso continuo.

I.4.10.5 RESIDUOS

I.4.10.5.1 Residuos Orgánicos

Debido a que las materias primas forestales que serán retiradas no se consideran como productos maderables de utilización productiva, su destino será triturarlas y esparcirlas dentro del derecho de vía para enriquecer el suelo, otra parte del material vegetal desmontado se podrá proporcionar a los pobladores de establecidos por donde pasa el trazo, para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos).

I.4.10.5.2 Residuos Inorgánicos

Los residuo serán los productos de las nivelaciones, una parte de esto se utilizará para la construcción de terraplén y los sobrantes se depositarán según se indica en el párrafo siguiente.

El volumen generado de estos residuos será depositado en centros de acopio seleccionados. De acuerdo con la naturaleza de los residuos generados sean roca metal u otros se realizará el acopio y entrega de materiales para su reciclado con la finalidad de realizar un menor volumen de contaminantes.

Considerando el factor de generación de basura en promedio de 1.46 kg/persona/día, los desechos domésticos que se generarán en los frentes de obra se estiman en 1,314.00 kg por persona durante toda la obra. Esta basura será entregada por lo menos 3 veces por semana al sistema de limpia del municipio, para evitar se acumule en los botes ubicados en los frentes de obra.

Se prevé la generación de residuos como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros (con un máximo de 12 kg por mes); así como latas vacías por su volumen no pueden considerarse como peligrosos, no obstante, se manejarán de forma separada de los residuos puramente domésticos. Se dispondrá de un bote que se entregará al sistema de limpia municipal y el segundo se desechará en las gasolineras cercanas para que sea tratado junto con sus residuos.

Estará estrictamente prohibido hacer cualquier reparación mayor de la maquinaria en el frente de obra o fuera de talleres autorizados, incluyendo actividades como cambio de aceite.

Otro tipo de residuos sólidos serán los dejados por los usuarios de la carretera, generalmente estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo y otros materiales de desecho. Estos desechos tendrán que ser recogidos periódicamente y trasladados a sitios que cumplan la normatividad para la disposición final de residuos domésticos.

I.4.10.5.3 Residuos Peligrosos

Desde el inicio de la fase de Preparación del sitio, hasta la etapa de operación y mantenimiento de la carretera, se hará uso de sustancias que por sus propiedades contaminantes dará lugar a la producción de residuos peligrosos, consistentes en sobrantes de lubricantes, grasas, aceites y estopas impregnadas con estos elementos, que son utilizados para dar mantenimiento a maquinara y vehículos.

Los restos de las sustancias enunciadas en el párrafo anterior, así como el trapo, estopas o cartón impregnados, y los envases vacíos de estos, serán depositados y almacenados en contenedores especiales de 200 litros de capacidad, con tapa hermética y debidamente rotulados, mismo que deberá ser colocado en un lugar previamente impermeabilizado, para su posterior entrega a la empresa especializada que se contrate, la cual contará con la autorización para su manejo y disposición final, de conformidad con los lineamientos estipulados en la normatividad ambiental vigente de la materia.

Para el manejo de residuos peligrosos, se dispondrá un área especial que estará localizada cercana al almacén de materiales, misma que contará con señalamientos alusivos al peligro en lugares y formas visibles, estará acondicionada con piso impermeable de concreto, canaletas, diques y cárcamos para recuperación de líquidos derramados, a efecto de impedir que fluyan hacia el suelo. Este lugar estará techado y totalmente impedido el libre acceso a personal ajeno al control de los residuos, asimismo reunirá las condiciones para un fácil movimiento y estará distante de áreas de maniobra de maquinaría, carga de materiales o personal.

Cuando por necesidades se tenga que hacer el cambio de aceite del motor y de la transmisión de la maquinaria, se llevara a cabo colocando una lona impermeable sobre el suelo y se depositarán los aceites gastados en un recipiente de plástico, evitando en todo momento el vertimiento de estos sobre el suelo. Los recipientes que contengan el aceite usado se trasladaran al almacén y almacenarán en los recipientes recolectores

correctamente tapados e identificados, verificando que no estén dañados en su estado físico, es decir, que no sean recipientes que representen riesgo de fuga. Para este proceso de vaciado se emplearán embudos para evitar que durante el proceso se produzcan derrames, los recipientes deberán llenarse como máximo al 85% de su capacidad.

Los residuos industrializados se generarán en los talleres de reparación de automotores que operan de forma comercial el Municipio, se verificará que dichos talleres traten los residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, dichos talleres deberán embalar y poner a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición definitiva de estos materiales peligrosos.

I.4.10.5.4 Emisiones a la atmósfera

Se tiene pronosticado que habrá emisiones a la atmósfera por parte de los automotores, pero estas serán pocas en comparación con las que se generen durante la construcción de la carretera alimentadora. Es importante mencionar que ya que se tendrá un pavimento en esta carretera que permitirá una velocidad de 60 Km/h se espera que las emisiones sean bajas, además por que esta zona presenta baja densidad poblacional, y se espera un tránsito vehicular reducido.

CUADRO I-13MAQUINARIA QUE SE ESPERA EMPLEAR

Maquinaria / Equipo	Cantidad mínima	Cantidad óptima	Unidad	Desmontes	Excavaciones	Terraplenes	Muros	Obras de drenaje	Pavimentos	Señalización	Observaciones
Bulldozer D6/D7	1	2	equipo	X	X						Limpieza y conformación inicial
Retroexcavadora	1	2	equipo	X	X			X			Apoyo general de excavación
Excavadora hidráulica	1	2	equipo		X	X	X	X			Equipo crítico
Camiones de volteo	4	8	unidades	X	X	X	X	X	X		Principal equipo de acarreo
Motosierra / desbrozadora	2	4	equipos	X							Desmonte y limpieza
Cargador frontal	1	2	equipo	X	X	X	X	X	X		Carga de material

Maquinaria / Equipo	Cantidad mínima	Cantidad óptima	Unidad	Desmontes	Excavaciones	Terraplenes	Muros	Obras de drenaje	Pavimentos	Señalización	Observaciones
Motoconformadora	1	2	equipo		X	X			X		Afinado y conformación
Martillo hidráulico	1	1	equipo		X						En caso de roca
Compactador pata de cabra	1	2	equipo			X					Compactación de terraplén
Compactador manual	2	4	equipos				X	X			Zonas confinadas
Rodillo liso vibratorio	1	2	equipo			X			X		Compactación general
Pipa de agua	1	2	unidades	X	X	X	X	X	X		Humectación y control de polvo
Tractor	1	1	equipo			X					Extendido y conformación
Revolvedora / concretera	1	2	equipos				X	X			Concreto estructural
Vibradores de concreto	2	4	equipos				X	X			Compactación de concreto
Planta de concreto	1	1	planta				X	X			Producción de concreto
Generador eléctrico	1	2	unidades				X	X		X	Energía auxiliar
Cortadora de concreto	1	2	equipos				X	X			Cortes y juntas
Grúa articulada / Hiab	1	1	equipo				X	X			Izaje de tubería y piezas
Camiones de acarreo	4	8	unidades	X	X	X	X	X	X		Transporte de material
Planta de asfalto	1	1	planta						X		Producción de mezcla
Pavimentadora finisher	1	1	equipo						X		Tendido de carpeta
Petrolizadora	1	1	equipo						X		Riegos de impregnación y liga
Rodillo vibratorio	1	2	equipos						X		Compactación asfáltica
Rodillo neumático	1	1	equipo						X		Acabado de carpeta
Camiones térmicos	2	4	unidades						X		Transporte de mezcla asfáltica
Barredora mecánica	1	1	equipo						X		Limpieza previa
Planta de luz	1	2	unidades				X	X	X	X	Trabajos nocturnos
Torre de iluminación	1	2	unidades							X	Seguridad y visibilidad
Remolque señalero	1	2	unidades							X	Control de tránsito
Máquina pintarrayas	1	1	equipo						X	X	Señalamiento horizontal

Maquinaria / Equipo	Cantidad mínima	Cantidad óptima	Unidad	Desmontes	Excavaciones	Terraplenes	Muros	Obras de drenaje	Pavimentos	Señalización	Observaciones
Compresor	1	2	equipos		X		X	X		X	Herramienta neumática

Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 50 unidades/hora (horas pico de semana santa); con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones no significativa, sobre todo por las condiciones de no confinación de dicha población.

En la etapa de operación, existe un dominio absoluto de las fuentes móviles que estarán propulsadas por gasolina y un mínimo de las emisiones de vehículos que utilizan diésel. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de la cantidad de vehículos y cantidad de combustibles consumidos y el estado de los motores. Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Sin embargo, si se consideran niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 22 y 25 de febrero de 1996 en las NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas.

La mayor generación de emisiones estará caracterizada por las partículas de polvo, derivadas de la excavación y carga de material terrígeno extraído a lo largo de la ruta del trazo, el suministro, depósito y movimiento de materiales de bancos de préstamo, o el de cemento, grava, arena y arcilla; además de la emisión de gases originados durante la combustión de los motores de la maquinaria pesada y vehículos, que utilizan el diésel y la gasolina como combustible.

Para evitar la generación de nubes de polvo, por acumulación y manejo de suelo despalmado y/o extraído en cortes y excavaciones para conformación del terraplén, o por disgregación de partículas de las terracerías, durante la circulación de camiones de volteo que suministran material de bancos de préstamo, de agregados requeridos para construir las obras de drenaje -cemento, arena, grava-, o bien por el tendido, nivelación y compactación de la base y sub-base de la estructura del terraplén, serán aplicados riegos para mantener humedecidas las terracerías.

En cuanto a la emisión de partículas por la quema de combustible fósil, se exigirá a la empresa constructora, que la maquinaria pesada y los vehículos utilizados, reciban el mantenimiento periódico que garanticen estar en óptimas condiciones de operación, a efecto de evitar al máximo la generación de gases y partículas a la atmósfera.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

P R E S E N T A

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO

E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

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

ÍNDICE

II Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental y, en su caso, con la Regulación sobre Uso del Suelo.. 1

II.1 Información sectorial 1

II.2 Planes de Desarrollo Gubernamentales (Tres Niveles de Gobierno) 4

II.2.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 4

II.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 de Oaxaca (PED-Oaxaca) 5

II.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2023-2025. Coicoyán de las Flores. DTTO. Juxtlahuaca (PMD-Coicoyán). 7

II.2.4 Plan Municipal de Desarrollo de San Martín Peras (PMD -SMP) 8

II.2.4.1 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Oaxaca, PEOTyDU (2024) 9

II.2.4.2 Programas de Ordenamiento de los Municipios de Coicoyande la Flores y de San Martin Peras 2024 15

II.2.4.3 Programa Nacional de Infraestructura Carretera (PNIC) 2025-2030 17

II.2.4.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT 2025–2030) 18

II.2.5 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 26

II.3 Ordenamientos Jurídicos 27

II.3.1 Ordenamientos Territoriales 27

II.3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 27

II.3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del estado de Oaxaca (POERTEO) 27 de febrero de 2016 32

II.3.2 Vinculación con legislación Ambiental, reglamentos y Normas Mexicanas en Materia Ambiental, Forestal, de Aprovechamiento de Recursos Naturales y otros Aplicables 41

II.3.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos asi como la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca 41

II.3.2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA-EIA) y su Reglamento en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) 43

II.3.3 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca (LEEPAO) 45

II.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento (RLGFS) 51

II.3.5 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento 52

II.3.6 Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos 53

II.3.7 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Oaxaca. 56
II.3.7.1 Ley General de Cambio Climático (LGCC) y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones 64
II.3.8 Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca 69
II.3.9 Áreas naturales protegidas y prioritarias (Decretos de Áreas Naturales Protegidas) 70
II.3.9.1 Áreas Naturales Protegidas 70
II.3.9.2 Regiones prioritarias 71
II.3.9.3 Región Terrestre Prioritaria Sierra Triqui-Mixteca 72
II.3.10 Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental, Forestal, de Aprovechamiento de Recursos Naturales y demás Aplicables. 73
II.4 Conclusiones del capítulo 75
II.5 Material de consulta 76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1 Infraestructura establecida en el Municipio de San Martin Peras. _____ *9*
Cuadro II-2Políticas por materia establecida en el PEOTyDU 2024 _____ *10*
*Cuadro II-3 Resumen de la líneas generales por estrategía del PEOTyDU 2024*_____ *11*
Cuadro II-4 Líneas de acción enfocadas al Ordenamiento Ambiental del PEOTyDU 2024 para la Mixteca _____ *11*
Cuadro II-5 Líneas de acción enfocadas al Desarrollo urbano del PEOTyDU 2024 para la Mixteca _____ *12*
Cuadro II-6Líneas de acción enfocadas al Bienestar de los asentamientos del PEOTyDU 2024 para la Mixteca _____ *13*
Cuadro II-7Líneas de acción enfocadas a la Gestión integral del agua del PEOTyDU 2024 para la MIxteca _____ *13*
Cuadro II-8 Programa Caminos Bienestar a Agencias Municipales _____ *14*
Cuadro II-9 Líneas de Acción Detectadas para el Desarrollo y Resolución de Problemas en el Territorio Municipal de Coicoyán de las Flores y de San Martin Peras _____ *16*
*Cuadro II-10Estrategias asociadas a los objetivos del PROMARNAT 25-30*_____ *19*
Cuadro II-11 Estrategias del PROMARNAT 2025–2030 relacionadas con el desarrollo del proyecto _____ *20*
Cuadro II-12Vinculación de las Estrategias de la UAB 99 con el proyecto. _____ *28*
Cuadro II-13 Ocupación del proyecto dentro de las UGAs _____ *34*
*Cuadro II-14 Unidad de Gestión Ambiental (UGA) y características reconocidas en el SAR y Zona de Influencia del proyecto acorde a lo previsto en el POERTEO*_____ *34*
*Cuadro II-15Criterios de regulación ecológica establecidos en el POERTEO para la UGA 004 y 005.*_____ *36*

Cuadro II-16 Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 43
Cuadro II-17 Vinculación y propuestas del Centro SICT Oaxaca para el cumplimiento de la LEEPAO. 46
Cuadro II-18 Vinculación del proyecto con la LGDFS y su reglamento) 51
Cuadro II-19Vinculación de la LPGIREO con el proyecto a desarrollar. 56
Cuadro II-20 Vinculación del RLPGIRSEO con el proyecto 62
Cuadro II-21 Vinculación y propuestas del Centro SICT Oaxaca para el cumplimiento de la LGCC. 64
Cuadro II-22 Propuestas del Centro SICT Oaxaca para cumplir con los principios del Reglamento de la LGCC 68
Cuadro II-23 Vinculación de la LCCEO con el proyecto 69
Cuadro II-24 Áreas Naturales Protegidas federales y estatales Cercanas al proyecto 70
Cuadro II-25 Distancias de las Regiones Prioritarias 72
Cuadro II-26 Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 74

Índice de Figuras

Figura II-1Ubicación del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento General del Territorio. 27
Figura II-2Unidad de Gestión Ambiental (UGA) definida para el proyecto, sobrepuestos al POERTEO Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca. 33
Figura II-3Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al área del proyecto 70
Figura II-4Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al área del proyecto 71
Figura II-5 Mapa de la RTP Sierra Triqui-Mixteca, con relación al proyecto 73

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

En el presente capítulo se demuestra la congruencia del proyecto carretero de tipo rural denominado:

"E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos vigentes, publicados y/o decretados oficialmente por los tres niveles de gobierno.

En este sentido, se exponen, en primera instancia, los aspectos más relevantes contenidos en los planes de desarrollo a nivel nacional, estatal y municipal, identificando los objetivos, estrategias y líneas de acción vinculadas con la naturaleza del proyecto, a fin de demostrar su congruencia en materia de planeación.

Posteriormente, se analizan los instrumentos de ordenamiento territorial y los marcos jurídicos aplicables, incluyendo aquellos relacionados con el uso de suelo, la regulación ambiental y, en su caso, los decretos de Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Asimismo, se revisan los instrumentos legales de carácter internacional, federal, estatal y municipal, tales como leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y disposiciones locales, con el propósito de establecer los criterios y medidas necesarias para su cumplimiento durante las diferentes etapas del proyecto.

El objetivo del presente capítulo es demostrar que el proyecto promovido por el **Centro SICT Oaxaca** se desarrolla en estricto apego al marco normativo vigente, garantizando la protección y preservación de los elementos ambientales, en concordancia con el derecho constitucional de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, conforme a lo establecido en el **Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**.

II.1 INFORMACIÓN SECTORIAL

Como parte de los compromisos del gobierno federal para el período del año 2024 al 2030, se encuentra prevista la construcción de caminos artesanales, para las comunidades rurales, dirigidos a comunidades rurales, en el marco del **Programa de Trabajo 2026 de la SICT**, el cual se encuentra alineado con los principios del "Humanismo

Mexicano". Estas acciones tienen como finalidad atender las limitaciones de movilidad y el acceso a servicios básicos que enfrentan las comunidades más aisladas del país, así como generar un efecto multiplicador que impulse el desarrollo económico, fortalezca el mercado laboral, reduzca las brechas sociales y contribuya a la protección del medio ambiente.

El estado de Oaxaca, al igual que entidades como Puebla, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Veracruz, forma parte de la región Sur-Sureste, una de las más diversas del país y que concentra una proporción significativa de población rural. En esta región, una parte importante de la población habita en localidades dispersas, lo que representa una de las principales barreras para el desarrollo social y económico.

En Oaxaca, estas condiciones están estrechamente relacionadas con la orografía accidentada del territorio, lo que limita la conectividad y el acceso a servicios como salud, educación y comercio. De acuerdo con estudios del Fideicomiso de la Región Sur-Sureste (FIDESUR), esta región presenta altos niveles de población en localidades menores a 2,500 habitantes, muchas de ellas con baja accesibilidad, debido a que la red carretera ha sido desarrollada principalmente para conectar centros urbanos, dejando rezagadas a las comunidades rurales.

En este contexto, los municipios de **Coicoyán de las Flores y San Martín Peras**, ubicados en la Mixteca Baja, se encuentran entre los de mayor rezago social del país.

Las localidades de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, corresponde a dos de los 570 municipios que conforman el estado de Oaxaca, ubicados en la región montañosa de la Mixteca Baja., durante los últimos 20 años se ha mantenido constantemente entre los municipios más marginados y con los mayores porcentajes de pobreza en México



En particular, Coicoyán de las Flores ha sido identificado como uno de los municipios con mayor nivel de pobreza, donde el 99.3% presenta múltiples carencias sociales, entre ellas rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad

y espacios en la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación, además de percibir ingresos insuficientes para satisfacer sus necesidades básicas (CONEVAL, 2020)

Las **localidades que pertenecen a Coicoyán de las Flores y San Martin Peras cuentan un sistema de caminos muy limitados, consistentes en simple brechas y caminos de terracería** que comunican a sus cabeceras municipales, lo que implica un aislamiento de la población que dificulta el trasporte de personas y mercancías asi como la **imposibilidad de desarrollar actividades económicas que les permitan resolver sus condiciones de marginación.**

El caso que de las localidades de estos dos municipios ha sido tema de estudio social y demográfico por diversas instituciones educativas y de gobiernos pasados (García Jiménez, 2005[1], López Pérez, 2023[2]), sin embargo, persisten las problemáticas de aislamiento, pobreza, y de marginación al 2026.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2025 a 2030 y para el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, se reconoce que la infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país, que contribuye a disminuir las brechas de desigualdad que existen entre territorios y sectores específicos de la población, acercando los servicios básicos como salud, educación y saneamiento; y por otro, en materia de comunicaciones y transportes se impulsa la capacidad productiva de sectores importantes para el desarrollo del país, conecta a los pueblos y comunidades indígenas y a las poblaciones más apartadas de los polos comerciales.

Desde el punto de vista sectorial, la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT) tiene la encomienda desde 2020, de promover de desarrollar o modernizar **caminos rurales, con el objetivo de acercar a poblaciones indígenas a las zonas de mayor dinamismo en cada región, propiciando la integración del territorio y haciéndolas partícipes del desarrollo**.

En este sentido, el proyecto carretero se alinea con los objetivos del **Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030** y del sector de comunicaciones y transportes, al contribuir a mejorar la conectividad de comunidades rurales, reducir el aislamiento y facilitar el

[1] *García Jiménez, 2005, MIXTECA BAJA OAXAQUEÑA Estudio socioeconómico, demográfico y cultural del municipio de Coicoyán de la Flores, Oax. Huajuapan de León, Oax.*

[2] *López Perez Blanca Estela y Martínez-Ojeda Enrique, 2023, EL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS SOCIALES EN LA POBREZA MUNICIPAL EL CASO DE COICOYÁN DE LAS FLORES, OAXACA, PERIODO 2012-2018, 2023 / 28 (54): 46-67 • CUADERNOSDELSUR*

acceso a servicios básicos. De esta manera, el proyecto favorece la integración territorial, el desarrollo social y la inclusión de poblaciones históricamente marginada

II.2 PLANES DE DESARROLLO GUBERNAMENTALES (TRES NIVELES DE GOBIERNO)

II.2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND) 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, aprobado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, tiene como base el **Proyecto de Nación** sustentado en los **Cien Compromisos de gobierno**, organizados en catorce "Repúblicas".

El PND corresponde al instrumento de planeación que guía las acciones del gobierno federal en el periodo 2025-2030. El PND gira en torno a cuatro ejes generales (y tres ejes transversales.

El PND 2025-2030 establece **cuatro Ejes Generales**:

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

En el Eje General 2. "Desarrollo con bienestar y humanismo", que se relaciona con la búsqueda de la reducción de la pobreza, se menciona que su dirección a **crear las condiciones necesarias para que cada persona pueda construir su felicidad, garantizando acceso a los recursos y oportunidades que promuevan una vida digna y bienestar integral**.

De la lectura al Eje General 2. "Desarrollo con bienestar y humanismo", se encuentra que el Proyecto está vinculado al objetivo 2.10 "Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos", y en particular con la Estrategia 2.10.1 "**Dotar a la población mexicana de infraestructura para la movilidad y el trasporte público que facilite el transporte de personas y bienes de manera accesible, sostenible, segura y eficiente, priorizando la intermodalidad en sistemas urbanos y rurales".**

Por su parte la relación con el Eje General 3. Economía moral y trabajo del PND que abarca acciones para desarrollar infraestructura estratégica que habilite una República mejor conectada, se encuentra que el Proyecto que se analiza, **puede ser una gran oportunidad** lo para el logro de uno de sus objetivos que corresponde a "**mejorar la competitividad, reducir costos y mejorar la eficiencia en los tiempos de traslado**".



Dicho Eje General 3. Economía moral y trabajo, será robustecido por el presente proyecto en el objetivo 3.7 Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, dentro de la Estrategia 3.7.2 **Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad**.

El desarrollo de carreteras rurales se ha convertido en una tarea central del actual gobierno federal que se reconoce la importancia de: ***impulsar*** **iniciativas para desarrollar infraestructura estratégica que habilite una República conectada, impulsando un desarrollo económico.** Con relación a lo anterior, el presente proyecto es vinculante con el planteamiento del PND ya que se considera, apoyará al cumplimiento del mismos, brindando mayores oportunidades de movilidad, y con ello la disminución del aislamiento, así como el acceso servicios y de que podrán elevar el desarrollo económico y social de la región de Coicoyán de las Flores y San Martin Peras, reduciendo con esto los accidentes y mejorando las condiciones actuales en los municipios.

II.2.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2022-2028 DE OAXACA (PED-OAXACA)

El **Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca (PED 2022–2028)**, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 03 de julio de 2023 mediante Decreto No. 1438, se encuentra alineado con el marco normativo vigente, incluyendo la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, la Ley de Planeación estatal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Si bien el PED fue formulado con anterioridad a la publicación del Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, presenta una **clara congruencia con los principios y objetivos del Gobierno Federal**, particularmente en materia de reducción de desigualdades, fortalecimiento de la infraestructura y atención a poblaciones en condición de rezago.

El Plan se estructura en cinco ejes generales y cuatro ejes transversales. Los ejes generales son:

1. Estado de bienestar para todas y todos los oaxaqueños;
2. Gobierno honesto, cercano y transparente;
3. Seguridad y justicia para vivir en paz;
4. Crecimiento y desarrollo económico para las ocho regiones; y
5. Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca.

Los ejes transversales corresponden a igualdad de género, desarrollo sostenible y cambio climático, interculturalidad, y atención a niñas, niños y adolescentes.

En el marco del Eje General 5: "Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca", el proyecto se vincula de manera directa con el Objetivo 5.2 "Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades", particularmente a través de la Estrategia 5.2.1, que contempla la intervención de caminos rurales para mejorar la conectividad en el estado.

Asimismo, el proyecto guarda relación con el **Objetivo 5.7 "Mejorar la movilidad segura en el estado"**, mediante las estrategias:

- Promoción de vialidades accesibles y seguras,
- Fortalecimiento del transporte de carga, y
- Impulso a un enfoque sistémico de seguridad vial.

Desde la perspectiva transversal, el PED reconoce que la dispersión poblacional en Oaxaca constituye una de las principales limitantes para la comunicación y el acceso equitativo a servicios. En este sentido, se identifican como factores estructurales que afectan la movilidad:

- Baja conectividad entre regiones, particularmente en el Sur-Sureste;
- Insuficiente infraestructura carretera y limitada conservación de la existente;
- Deficiencia en los medios de transporte;
- Vulnerabilidad de las vías ante fenómenos meteorológicos; y
- Condiciones orográficas que dificultan la cobertura de servicios de comunicación.

En este contexto, el proyecto CAMINO: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites de los estados de Oaxaca/Guerrero, con una meta de 10.0 km, se inserta como una intervención estratégica para reducir el aislamiento de comunidades rurales, particularmente en los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras.

De esta manera, el proyecto no solo es congruente con el PED, sino que **materializa sus objetivos en territorio**, al contribuir a mejorar la conectividad, facilitar el acceso a servicios, fortalecer la movilidad regional y promover el desarrollo económico en zonas de alta marginación.

En consecuencia, la obra propuesta representa una acción alineada con la política pública estatal, y una oportunidad para atender de manera directa las problemáticas estructurales identificadas en el Plan, incorporando además criterios de sustentabilidad en su desarrollo.

II.2.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2023-2025. COICOYÁN DE LAS FLORES. DTTO. JUXTLAHUACA (PMD-COICOYÁN).

El PMD -Coicoyán 2023-2025 tiene la visión de lograr ser un municipio que genere oportunidades de superación y mejoras en las condiciones de vida de todos los habitantes teniendo como meta reducir los indicadores de rezago social en salud, vivienda y educación de las comunidades con la generación de proyectos idóneos para el desarrollo comunitario y programas amigables con los recursos naturales.

Cuenta con 5 Ejes Estratégicos:
Eje 1: Municipio con bienestar.
Eje 2: Municipio honesto.
Eje 3: Municipio con seguridad y justicia.
Eje 4: Municipio con crecimiento y desarrollo económico.
Eje 5: Municipio con infraestructura y servicios públicos.

De los anteriores, el proyecto, se relaciona con los objetivos planteados para el Eje 5 (sic): **el gobierno del estado anuncio la creación del programa para la construcción de caminos de concreto hidráulico que comunicarán a las agencias municipales y de esta manera se pueda establecer una comunicación terrestre más ágil para generar bienestar para las familias que habitan las agencias en un primer momento ya se solicitó la inclusión a este programa a las agencias municipales con mayor población.**

En Coicoyán de las Flores, solo el 35% de las calles están pavimentadas; la gran mayoría de caminos cosecheros, caminos de acceso a comunidades y las veredas son de terracería y están en malas o muy malas condiciones también hay la necesidad de puentes vehiculares. La principal carretera que conecta al municipio con el distrito de Juxtlahuaca, se encuentra en pésimas condiciones

Derivado de lo anterior, la problemática identificada es que los caminos y calles existentes en el municipio presentan desperfecto. Por lo anterior se propone como estrategia.

- Brindar seguridad a los usuarios de las calles y caminos que conduce a las localidades del municipio
- Teniendo como líneas de acción.
- Realizar un mantenimiento y rehabilitación a los caminos rurales que conducen a las agencias.
- Construir puentes vehiculares.
- Apertura de caminos cosecheros en diferentes localidades.

- Construir a base de concreto hidráulico la pavimentación de las principales vialidades en las agencias y la cabecera municipal.

Considerando las estrategias mencionadas, el proyecto en cuestión **obedece al Eje 5 y favorecerá el cumplimiento del Plan dado que construirá una carretera alimentadora con lo que se mejorarán las condiciones y se brindarán beneficios a la población del municipio.**

II.2.4 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE SAN MARTÍN PERAS (PMD -SMP)

A la fecha, no se identifica una actualización reciente del **Plan Municipal de Desarrollo de San Martín Peras**; el último instrumento disponible corresponde al periodo **2011–2013**.

Dicho plan establece como visión el desarrollo de un municipio orientado a fortalecer las actividades productivas para el autoconsumo, así como garantizar el acceso a servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y vivienda, además de mejorar la infraestructura educativa y de salud, con el fin de elevar la calidad de vida de la población en el mediano y largo plazo.

El PMD se estructura en cuatro ejes estratégicos:

- **Eje 1:** Estado de derecho, gobernabilidad y seguridad
- **Eje 2:** Crecimiento económico, competitividad y empleo
- **Eje 3:** Desarrollo social y humano
- **Eje 4:** Gobierno honesto y resultados

En el marco del **Eje 2**, el plan reconoce que las vías de comunicación terrestre presentan condiciones deficientes, señalando que los caminos que comunican a la cabecera municipal con las localidades son de terracería, con escaso mantenimiento, lo que se traduce en caminos angostos, con presencia de piedras, curvas pronunciadas y zonas susceptibles a derrumbes.

Asimismo, en el **Eje 4 "Gobierno honesto y resultados"**, se identifican como obras prioritarias la construcción y mejora de caminos y carreteras dentro del presupuesto de egresos municipal.

En este contexto, el proyecto carretero propuesto resulta congruente con los planteamientos del PMD, al contribuir a mejorar las condiciones de conectividad en el municipio, atender una problemática previamente identificada y favorecer el desarrollo social y económico de la población.

Considerando que el municipio presenta **altos niveles de rezago social**, la ejecución del proyecto deberá acompañarse de procesos de información y participación social, a fin de asegurar una planeación ordenada y una adecuada integración de la obra en el entorno local.

En este sentido, y considerando la ausencia de una actualización reciente del Plan Municipal de Desarrollo, así como la evidencia proporcionada por el Ordenamiento Territorial vigente (2024), se confirma que el municipio de San Martín Peras presenta una **infraestructura de comunicaciones limitada y predominantemente de carácter rural**, donde los caminos constituyen la principal vía de conexión entre localidades (Cuadro II-1).

CUADRO II-1 INFRAESTRUCTURA ESTABLECIDA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTIN PERAS.

Tipo de vialidad	Distancia en el municipio (km)
Calle	18.9
Avenida	1.0
Camino	192.0
Vereda	0.3
Carretera	23.5

Lo anterior pone de manifiesto que la problemática de accesibilidad y conectividad identificada desde el PMD 2011–2013 **persiste en la actualidad**, manteniendo condiciones de aislamiento en gran parte de las localidades del municipio.

Bajo este contexto, el proyecto carretero propuesto no solo es congruente con los instrumentos de planeación existentes, sino que responde de manera directa a una **necesidad estructural del territorio**, al contribuir a mejorar la conectividad, reducir el aislamiento de las comunidades y facilitar el acceso a servicios básicos.

En consecuencia, la ejecución del proyecto se considera **justificada desde el punto de vista de la planeación territorial**, al alinearse con las prioridades municipales y atender una problemática vigente, coadyuvando al desarrollo social y económico de la población.

II.2.4.1 PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE OAXACA, PEOTYDU (2024)

El PEOTyDU 2024 fue decretado por el Poder Legislativo del Gobierno del Estado de Oaxaca; es resultado del esfuerzo conjunto de diversas instancias del Gobierno Federal y Estatal, cuyo propósito es definir la adecuada ocupación y utilización racional del territorio, atendiendo a sus características geográficas y de etnodesarrollo. Este instrumento constituye la base espacial para la delimitación de estrategias de desarrollo socioeconómico, preservación ambiental y orientación del gasto público, así como de las

inversiones de los sectores privado y social, por lo que se considera un instrumento de planeación de largo plazo.

El Modelo de Ordenamiento Territorial (MOT) del programa distingue ocho regiones con base en el concepto de cuenca hidrográfica, entre las cuales se encuentra la región Mixteca.

De acuerdo con la priorización de problemáticas para cada región, en el caso de la Mixteca se identifican: problemas ambientales asociados al mal manejo del agua, deforestación y contaminación de ríos; problemas sociales como la falta de organización, migración de jóvenes y rezago educativo; problemáticas culturales relacionadas con la escasa protección del patrimonio, limitado impulso al ecoturismo y baja participación indígena; problemas económicos vinculados con el escaso apoyo al campo, técnicas productivas deficientes y desempleo; problemáticas en servicios derivadas de deficiencias en salud, manejo de residuos, drenaje, acceso al agua potable y crecimiento urbano desordenado; así como problemas de conectividad, caracterizados por carreteras en mal estado, accesibilidad limitada, largos tiempos de traslado y falta de integración regional.

En este contexto, resulta particularmente relevante la preocupación de la población respecto a las condiciones deficientes de los caminos y carreteras, su insuficiencia y la falta de seguridad, lo cual limita la distribución de bienes, el acceso a servicios básicos y la movilidad segura, situación que se ve agravada por las limitaciones en el transporte público.

El instrumento establece políticas por materia, agrupadas en tres grandes temas: medio ambiente, actividades económicas y contexto social (Cuadro II-2).

CUADRO II-2POLÍTICAS POR MATERIA ESTABLECIDA EN EL PEOTYDU 2024

Medio Ambiente	Actividades Económicas	Contexto social
Protección	Aprovechamiento Agropecuario	Regulación Urbana
Conservación	De crecimiento	Mejoramiento urbano
Aprovechamiento Sustentable	Desarrollo industrial	Densificación urbana

Las estrategias y acciones del PEOTyDU 2024 se sintetizan en el Cuadro II-3, a partir de cuatro ejes estratégicos: ordenamiento ambiental, desarrollo urbano de las regiones funcionales, bienestar de los asentamientos humanos y gestión integral del agua.

CUADRO II-3 RESUMEN DE LA LÍNEAS GENERALES POR ESTRATEGÍA DEL PEOTYDU 2024

Ordenamiento ambiental	Desarrollo urbano de las regiones funcionales	Bienestar de los asentamientos humanos	Gestión integral del agua
Prevención y mitigación de peligros y riesgo Conservación de la megadiversidad oaxaqueña Reversión de los efectos del cambio climático y transición energética	Organización del crecimiento territorial Fortalecimiento de la conectividad regional Integración de sistemas urbano–rurales Localización adecuada de infraestructura y actividades	Mejora del acceso a servicios básicos Reducción del rezago social Mejoramiento de condiciones de vida Fortalecimiento de capacidades comunitarias	Manejo sustentable del recurso hídrico Protección de cuencas y cuerpos de agua Prevención y control de la contaminación hídrica Uso eficiente del agua

Para la región Mixteca, las estrategias y líneas de acción específicas se presentan de manera desagregada en los cuadros siguientes, organizadas por tema conforme al ordenamiento territorial que nos ocupa.

En Materia de Ordenamiento Ambiental, las líneas para la Mixteca se indican en el Cuadro II-4

CUADRO II-4 LÍNEAS DE ACCIÓN ENFOCADAS AL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL PEOTYDU 2024 PARA LA MIXTECA

Líneas Estratégicas	Acciones
Para la Prevención y mitigación de peligros y riesgo, las líneas generales son	**Restauración de Suelos**: Promover la recuperación de suelos degradados mediante técnicas de conservación, como la plantación de especies nativas y el uso de terrazas agrícolas. La restauración de suelos es crucial para revertir la degradación causada por la erosión, la deforestación y la agricultura intensiva. Algunas técnicas clave incluyen: **Uso Eficiente del Agua**: Fomentar el uso de sistemas de riego eficientes como el riego por goteo y la captación de agua de lluvia para reducir la presión sobre los acuíferos. El uso eficiente del agua en la agricultura es fundamental para preservar los recursos hídricos, especialmente en áreas con escasez de agua. Se proponen las siguientes prácticas:
Para la Conservación de la megadiversidad oaxaqueña	**Regular las prácticas de cultivo de agave y otros productos agrícolas que incrementan la erosión del suelo,** estableciendo normativas que promuevan técnicas de cultivo sostenibles y métodos de conservación del suelo. Esto incluye la capacitación a productores

Líneas Estratégicas	Acciones
	en prácticas agroecológicas que mitiguen los efectos negativos sobre la calidad del suelo y el entorno. Fortalecer la protección de los ecosistemas frente a impactos ambientales derivados de actividades humanas, como la tala ilegal, incendios provocados y la contaminación de cuerpos de agua. Implementar vigilancia y sanciones efectivas, así como fomentar la participación comunitaria en la conservación y el monitoreo ambiental. **Desarrollar e implementar programas para la adopción de métodos alternativos y sostenibles en agricultura y ganadería**, que reduzcan la erosión del suelo. Estos programas deben incluir incentivos para prácticas como el cultivo de cobertura, el manejo integrado de plagas y la rotación de cultivos.
Para la Reversión de los efectos del cambio climático y transición energética	Establecer un sistema continuo de evaluación de vulnerabilidad por actividad productiva Proporcionar informes actualizados a agricultores y empresarios Generar estrategias para mitigar riesgos climáticos específicos Integrar datos regionales y tendencias emergentes Fortalecer la resiliencia local mediante toma de decisiones informadas

En materia de **Desarrollo Urbano de las regiones funcionales**, las líneas para la Mixteca se indican en el Cuadro II-5

CUADRO II-5 LÍNEAS DE ACCIÓN ENFOCADAS AL DESARROLLO URBANO DEL PEOTYDU 2024 PARA LA MIXTECA

Líneas Estratégicas	Acciones (líneas generales)
Para la Organización del crecimiento territorial	· Ordenar la expansión de asentamientos en función de la aptitud del territorio. · Evitar la ocupación en zonas de riesgo o con valor ambiental. · Consolidar áreas urbanas existentes antes de promover expansión. · Definir reservas territoriales para crecimiento futuro.
Para el Fortalecimiento de la conectividad regional	· Mejorar la red de caminos y carreteras para reducir tiempos de traslado. · Incrementar la accesibilidad a localidades rurales. · Vincular infraestructura carretera con zonas productivas. · Fortalecer la integración regional mediante infraestructura de transporte.
Para la Integración de sistemas urbano–rurales	· Articular la relación entre centros de población y comunidades rurales. · Facilitar el acceso a servicios y mercados regionales. · Reducir el aislamiento de localidades dispersas. · Promover la integración funcional del territorio.

Líneas Estratégicas	Acciones (líneas generales)
Para la Localización adecuada de infraestructura y actividades	· Ubicar infraestructura en zonas aptas conforme al ordenamiento.· Evitar la instalación en áreas con restricciones ambientales o de riesgo.· Optimizar la distribución de equipamiento y servicios.· Asegurar compatibilidad entre actividades productivas y el territorio.

En materia de **Bienestar de los asentamientos**, las líneas para la Mixteca se indican en el Cuadro II-6

CUADRO II-6LÍNEAS DE ACCIÓN ENFOCADAS AL BIENESTAR DE LOS ASENTAMIENTOS DEL PEOTYDU 2024 PARA LA MIXTECA

Líneas Estratégicas	Acciones (líneas generales)
Para la Mejora del acceso a servicios básicos	· Ampliar la cobertura de servicios de agua potable, drenaje y saneamiento. · Fortalecer el acceso a servicios de salud y educación. · Mejorar la infraestructura básica en localidades rurales. · Reducir brechas de acceso entre localidades.
Para la Reducción del rezago social	**· Atender zonas con alta marginación mediante inversión en infraestructura. · Disminuir desigualdades territoriales en acceso a servicios. · Priorizar atención a población vulnerable. · Fortalecer condiciones de desarrollo social.**
Para el Mejoramiento de condiciones de vida	· Mejorar la calidad de la vivienda y el entorno urbano. · Fortalecer espacios públicos y equipamiento comunitario. · Impulsar condiciones de habitabilidad adecuadas. · Promover entornos seguros y funcionales.
Para el Fortalecimiento de capacidades comunitarias	· Impulsar la participación comunitaria en la toma de decisiones. · Fortalecer organización social local. · Promover capacitación para el desarrollo local. · Fomentar gestión comunitaria del territorio.

En materia de **Gestión integral del agua**, las líneas para la Mixteca se indican en el Cuadro II-7

CUADRO II-7LÍNEAS DE ACCIÓN ENFOCADAS A LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DEL PEOTYDU 2024 PARA LA MIXTECA

Líneas Estratégicas	Acciones (líneas generales)
Para el Manejo sustentable del recurso hídrico	· Regular el aprovechamiento del agua conforme a su disponibilidad. · Fortalecer la gestión integral del recurso hídrico a nivel cuenca. · Promover la conservación de fuentes de abastecimiento. · Reducir la sobreexplotación de acuíferos.
Para la Protección de cuencas y cuerpos de agua	· Conservar zonas de recarga hídrica y cauces naturales. · Evitar la alteración de escurrimientos naturales. · Proteger ríos, arroyos y cuerpos de agua frente a actividades humanas. · Restaurar áreas degradadas en cuencas.

Líneas Estratégicas	Acciones (líneas generales)
Para la Prevención y control de la contaminación hídrica	• Evitar descargas contaminantes a cuerpos de agua. • Fortalecer el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos. • Reducir fuentes de contaminación difusa en actividades productivas. • Promover prácticas que minimicen la contaminación del agua.
Para el Uso eficiente del agua	• Fomentar tecnologías de ahorro y uso eficiente del agua. • Promover prácticas de riego eficientes en actividades agropecuarias. • Reducir pérdidas en sistemas de distribución. • Incentivar el aprovechamiento racional del recurso hídrico.

Considerando las estrategias y líneas de acciones por estrategias del del PEOTyDU 2024 para la Mixteca, se observa que el proyecto tiene relación directa con dos líneas estratégicas

- Fortalecimiento de la conectividad regional"
- Reducción del rezago social

En ese sentido el **ordenamiento prevé la ejecución del Programa Caminos Bienestar para Agencias Municipales q**ue se transcribió por completo en el Cuadro II-8

CUADRO II-8 PROGRAMA CAMINOS BIENESTAR A AGENCIAS MUNICIPALES

Concepto	Descripción
Nombre del Programa	Programa Caminos Bienestar a Agencias Municipales
Tipo / Subsistema	Físico-natural; Sociodemográfico; Económico; Urbano-rural; Patrimonial; Movilidad y transporte
Problemática	Red de caminos deficientes, impactando zonas agrícolas y pequeñas localidades rurales
Descripción	Fortalecer la comunicación terrestre, la accesibilidad y la conectividad de las agencias municipales, como complemento del programa federal de Pavimentación a Cabeceras Municipales, mediante la construcción de caminos a base de concreto hidráulico
Monto de inversión	10,000,000,000.00
Posible fuente de financiamiento	Presupuesto estatal con subsidio federal
Plazo de ejecución	Corto, Mediano y Largo
Responsable	Secretaría de las Infraestructuras y Comunicaciones
Corresponsable	Secretaría de Desarrollo Económico
Personas beneficiadas	8 regiones
Grupo vulnerable prioritario	Población rural e indígena
Prioridad	Baja, Media y Alta

Concepto	Descripción
Contribución Meta PED	5.2 Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras municipales, agencias y localidades del estado de Oaxaca
Contribución ENOT	Eje 2.1 Incrementar la cobertura de la infraestructura carretera (100 %) y mejorar la superficie de rodamiento (75 %) para fortalecer la conectividad y el desarrollo económico
Contribución PNOT	3.5.5 Promover la movilidad dentro de los asentamientos humanos para facilitar la accesibilidad e integración territorial
Contribución ODS	9. Industria, Innovación e Infraestructura
Fuente	Elaboración propia con información del Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028

Considerando las estrategias y líneas de acción del PEOTyDU 2024 para la Mixteca, se identifica que el proyecto presenta relación directa con las siguientes líneas estratégicas: fortalecimiento de la conectividad regional y reducción del rezago social.

En este sentido, el ordenamiento territorial de Oaxaca incluye la ejecución de acciones específicas como el Programa Caminos Bienestar a Agencias Municipales, el cual atiende directamente la problemática de accesibilidad, integración territorial y conectividad en localidades rurales, condiciones que coinciden con las necesidades identificadas en el área del proyecto.

Bajo este contexto, el proyecto se alinea con los objetivos del ordenamiento territorial, al contribuir a mejorar la accesibilidad, reducir los tiempos de traslado y favorecer la integración de las localidades, incidiendo de manera directa en el desarrollo social y económico de la región.

Asimismo, las líneas de acción identificadas **constituyen un referente para la formulación de las medidas de mitigación y de los programas ambientales considerados en la presente MIA-R,** asegurando que el desarrollo del proyecto se realice en congruencia con los principios de ordenamiento territorial, sustentabilidad y atención a las problemáticas regionales.

II.2.4.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO DE LOS MUNICIPIOS DE COICOYANDE LA FLORES Y DE SAN MARTIN PERAS 2024

Los Ordenamientos Territoriales de Coicoyán de las Flores y de San Martín Peras corresponden a Planes Municipales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, derivados del PEOTyDU 2024, particularmente de las características y problemáticas identificadas para la región Mixteca.

El documento incorpora un Modelo de Ordenamiento Territorial (MOT) orientado al desarrollo sostenible, el cual se sustenta en las características y aptitudes del territorio, e integra políticas, estrategias, lineamientos y criterios que guían el uso y destino del suelo a nivel municipal. Asimismo, incluye medidas de protección civil con el fin de evitar el establecimiento de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

Cada OT presenta una caracterización socioambiental, en la cual se describen los principales problemas identificados por la población, organizados en distintos subsistemas, entre los cuales destacan los siguientes (sic):

"En el **subsistema urbano-rural** las problemáticas existentes se asocian a consecuencias más enfocadas en las condiciones de los asentamientos humanos. Dichas consecuencias se pueden asociar a la pérdida y deterioro de infraestructura y riesgo para la vida, el crecimiento desordenado de la población, la escasa movilidad en el territorio, el acceso limitado a servicios de agua y saneamiento, el bajo nivel educacional, el deficiente servicio de salud y la poca diversidad de servicios de internet. Las causas se pueden resumir en inaccesibilidad y falta de infraestructura, mala atención al servicio educativo, falta de inversión en servicios de salud pública, la poca inversión en equipamiento, las viviendas e infraestructura construidas en zonas de riesgo y, en sentido general, una inadecuada política de desarrollo municipal.

El **subsistema de movilidad** presenta problemas cuyas consecuencias están asociadas a la escasa diversidad de medios de transporte e insuficiente comunicación entre las localidades del municipio. Entre sus causas se identifican la falta de mantenimiento de la red de caminos de acceso, una red de transporte insuficiente y la casi nula existencia de medios de comunicación."

El MOT comprende Áreas de Gestión Territorial (AGT), las cuales corresponden a subdivisiones del territorio municipal. En este marco, los ordenamientos establecen diversas políticas y líneas de acción, mismas que se sintetizan en el Cuadro II-9.

CUADRO II-9 LÍNEAS DE ACCIÓN DETECTADAS PARA EL DESARROLLO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL TERRITORIO MUNICIPAL DE COICOYÁN DE LAS FLORES Y DE SAN MARTIN PERAS

Tema	Política / Línea estratégica	Líneas de acción (síntesis)
Medio ambiente (Gestión integral del agua)	Manejo sustentable del recurso hídrico	Regulación del aprovechamiento del agua; fortalecimiento de la gestión por cuenca; conservación de fuentes de abastecimiento; reducción de sobreexplotación de acuíferos
	Protección de cuencas y cuerpos de agua	Conservación de zonas de recarga; protección de cauces naturales; prevención de alteraciones en escurrimientos; restauración de áreas degradadas

Tema	Política / Línea estratégica	Líneas de acción (síntesis)
	Prevención y control de la contaminación hídrica	Control de descargas; manejo adecuado de residuos; reducción de contaminación difusa; implementación de prácticas productivas limpias
	Uso eficiente del agua	Tecnologías de ahorro; eficiencia en riego; reducción de pérdidas en distribución; fomento del uso racional del recurso
Actividades económicas *(derivado de*	Impulso al desarrollo productivo regional	Fortalecimiento del sector agropecuario; mejora de técnicas productivas; impulso a economías locales; generación de empleo
	Aprovechamiento sustentable del territorio	Uso adecuado del suelo conforme a su aptitud; integración de actividades productivas con criterios ambientales; diversificación productiva
	Fortalecimiento de infraestructura económica	Mejora de conectividad; fortalecimiento de cadenas productivas; apoyo a comercialización y distribución
Contexto social (Bienestar de asentamientos)	Mejora del acceso a servicios básicos	Ampliación de cobertura de agua, drenaje y saneamiento; acceso a salud y educación; mejora de infraestructura básica; reducción de brechas territoriales
	Reducción del rezago social	Atención a zonas marginadas; disminución de desigualdades; priorización de población vulnerable; fortalecimiento del desarrollo social
	Mejoramiento de condiciones de vida	Mejora de vivienda; fortalecimiento de espacios públicos; impulso a entornos habitables; promoción de seguridad urbana
	Fortalecimiento de capacidades comunitarias	Participación social; fortalecimiento organizativo; capacitación comunitaria; gestión local del territorio

II.2.4.3 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA (PNIC) 2025-2030

El **Programa Nacional de Infraestructura Carretera (PNIC) 2025–2030** está alineado con el **Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030**, particularmente con la **Estrategia 3.7.2**, referida a la construcción, modernización y conservación de infraestructura de transporte. En este sentido, el Programa Sectorial de la SICT constituye el instrumento de política pública mediante el cual se materializa dicha estrategia en materia de infraestructura carretera.

El **PNIC 2025–2030** ha previsto una inversión de **173 mil millones de pesos** para la SICT, destinada a ampliar, modernizar y dar mantenimiento mayor a la red carretera del país, con énfasis en las zonas con mayor rezago y en la conectividad de zonas vulnerables. Dicha inversión incluye, entre otras metas, la realización de **126 km de obras de continuidad**, la intervención de cerca de **3,000 km de carreteras consideradas ejes**

prioritarios o estratégicos, la construcción de **18 puentes**, además de proyectos de inversión mixta bajo el esquema de **Construcción, Mantenimiento, Rehabilitación y Operación**.

Incluye:

- 126 km de obras de continuidad
- Cerca de 3,000 km de carreteras consideradas ejes estratégicos
- Construcción de 18 puentes
- Proyectos bajo el modelo de Construcción, Mantenimiento, Rehabilitación y Operación.

Bajo este contexto, el proyecto resulta congruente con los objetivos del PNIC 2025–2030, al contribuir a la modernización de infraestructura carretera rural en una zona de alta marginación, mejorar la movilidad de localidades rurales e indígenas y fortalecer la accesibilidad regional mediante una obra promovida por la SICT.

II.2.4.4 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 (PROMARNAT 2025–2030)

El **PROMARNAT 2025–2030** constituye el instrumento rector de la política ambiental federal para dicho periodo. Su contenido se orienta a la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas; la gestión integral del agua; la acción climática; la prevención y control de la contaminación; la economía circular; la justicia ambiental; y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental.

El Programa parte de un diagnóstico nacional en el que reconoce que el modelo de extracción, producción, consumo y disposición ha generado pérdida de biodiversidad, degradación de ecosistemas, contaminación del agua, aire y suelo, presión creciente sobre los recursos hídricos, incremento en la generación de residuos, emisiones de gases de efecto invernadero y mayor vulnerabilidad frente al cambio climático. Asimismo, identifica que estas problemáticas ambientales tienen efectos sociales y económicos directos, particularmente sobre comunidades en condiciones de vulnerabilidad.

El PROMARNAT establece cinco objetivos principales:

1) **Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas**, para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales.
2) **Restaurar ecosistemas naturales prioritarios**, incluyendo ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados.
3) **Garantizar el derecho humano al agua**, mediante la gestión sustentable de recursos hídricos, protección de cuencas, acuíferos, ecosistemas y biodiversidad.
4) **Fortalecer la acción climática**, para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando prevención y control de la contaminación.
5) **Impulsar una política ecológica humanista**, con participación ciudadana, acceso a justicia ambiental, cultura ambiental e información para la toma de decisiones.

El Programa desarrolla diversas estrategias para alcanzar dichos objetivos. Para efectos de la vinculación del proyecto, destacan aquellas relacionadas con la restauración de ecosistemas costeros y marinos, la verificación de descargas y monitoreo de calidad del agua, la mitigación de emisiones, la economía circular y la prevención de contaminación del aire, suelo y agua. (**Cuadro II-10)**.

CUADRO II-10ESTRATEGIAS ASOCIADAS A LOS OBJETIVOS DEL PROMARNAT 25-30

Objetivo PROMARNAT 2025–2030	Estrategias asociadas
1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales.	**1.1** Incrementar la superficie y efectividad del manejo de ANP y otros esquemas de conservación. **1.2** Detener la pérdida y degradación de ecosistemas naturales. **1.3** Impulsar esquemas de manejo sustentable de la biodiversidad. **1.4** Impulsar actividades productivas sustentables en ecosistemas forestales. **1.5** Fortalecer el ordenamiento ecológico como instrumento de planeación territorial.
2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales.	**2.1** Restaurar ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados. **2.2** Remediar y restaurar cuencas y sitios prioritarios para la biodiversidad. **2.3** Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica.
3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos.	**3.1** Garantizar el acceso al agua potable y saneamiento. **3.2** Fomentar el uso sustentable del agua en los sectores consumidores. **3.3** Coadyuvar en infraestructura de colecta y tratamiento de aguas residuales. **3.4** Fortalecer la verificación de descargas y monitoreo de calidad del agua.

Objetivo PROMARNAT 2025–2030	Estrategias asociadas
	3.5 Fomentar la protección, preservación e integridad de cuencas y acuíferos.
4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono.	**4.1** Implementar políticas de mitigación de emisiones y protección de sumideros de carbono. **4.2** Fortalecer la capacidad adaptativa de poblaciones, ecosistemas, actividades productivas, recursos hídricos e infraestructura estratégica. **4.3** Consolidar la coordinación institucional para mitigación y adaptación al cambio climático. **4.4** Promover economía circular para reducir presión sobre recursos naturales y mejorar la gestión de residuos. **4.5** Reforzar prevención y control de contaminación del aire y suelo.
5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, justicia ambiental e información para la toma de decisiones.	**5.1** Fortalecer el sistema de justicia ambiental restaurativa y participativa. **5.2** Fortalecer la participación ciudadana en la toma de decisiones. **5.3** Implementar digitalización de trámites y simplificación de servicios. **5.4** Fortalecer la investigación científica y el conocimiento tradicional en materia ambiental. **5.5** Garantizar acceso a información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil. **5.6** Promover educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental.

Con base en los objetivos y estrategias anteriores, así como en las condiciones actuales identificadas para el área de influencia del proyecto, se considera que el **Proyecto**

CUADRO II-11 ESTRATEGIAS DEL PROMARNAT 2025–2030 RELACIONADAS CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
1.2 Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales.	Plantea detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, atendiendo sus causas mediante coordinación de la Administración Pública Federal, otros órdenes de gobierno y la sociedad.	El proyecto implica la remoción de vegetación nativa y secundaria en una superficie estimada de **8.90 ha**, por lo que el Centro SICT Oaxaca deberá ejecutar medidas para reducir la pérdida de cobertura vegetal estrictamente a las superficies autorizadas. Para ello, se implementarán acciones de

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
		delimitación de áreas de trabajo, rescate y reubicación de flora y fauna, prohibición de desmontes fuera del área autorizada, manejo adecuado del material vegetal y restauración de áreas intervenidas.
1.5 Fortalecer el ordenamiento ecológico como instrumento de planeación territorial.	Busca fortalecer el ordenamiento ecológico como instrumento que regula el uso del suelo conforme a su aptitud natural y promueve mejores relaciones socioambientales entre campo y ciudad, con enfoque de cuenca y participación interinstitucional.	El proyecto fue vinculado con el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)** y con el **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)**. Conforme al POERTEO, el proyecto incide en las **UGA 004 y 005**, donde predominan políticas de aprovechamiento sustentable. Los criterios de regulación ecológica aplicables serán atendidos mediante obras de drenaje adecuadamente dimensionadas, protección de escurrimientos, manejo de residuos, restauración de suelos y vigilancia ambiental.
2.1 Restaurar ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados.	Establece la restauración de ecosistemas degradados, priorizando soluciones basadas en la naturaleza e innovación tecnológica, para recuperar biodiversidad, mejorar medios de vida y promover la adaptación climática en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad.	Con base en el diagnóstico ambiental del proyecto, se identificaron superficies con vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino, así como suelos susceptibles a erosión y escurrimientos intermitentes. El Centro SICT Oaxaca implementará medidas de restauración forestal, restauración de suelos, revegetación con especies nativas, arrope de taludes, control de erosión y protección de cauces, con el fin de recuperar la estabilidad física y funcional de las áreas intervenidas.

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
2.2 Remediar y restaurar cuencas y sitios prioritarios para la biodiversidad.	Propone remediar y restaurar cuencas y sitios prioritarios para recuperar servicios ambientales, fortalecer la mitigación del cambio climático y aumentar la resiliencia de comunidades locales, indígenas y afromexicanas.	El proyecto se ubica en una zona serrana de la Mixteca oaxaqueña, con presencia de laderas, escurrimientos intermitentes y suelos susceptibles a erosión. Por ello, se prevén acciones de manejo hidrológico, control de sedimentos, estabilización de taludes, conservación de cauces, mantenimiento de obras de drenaje y restauración de suelos, con el fin de evitar la degradación adicional de microcuencas y áreas de escurrimiento asociadas al trazo.
2.3 Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica.	Plantea recuperar especies nativas mediante programas de reproducción, reintroducción en hábitats naturales y prevención o control de especies exóticas invasoras, con participación de los sectores de la sociedad.	El proyecto considera la ejecución de programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, con énfasis en especies nativas y, en su caso, especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Estas acciones permitirán reducir la pérdida de individuos durante el desmonte, conservar germoplasma local y favorecer la restauración con especies propias del bosque de pino-encino y su vegetación secundaria asociada.
3.5 Fomentar la protección, preservación e integridad de cuencas y acuíferos.	Busca asegurar la gestión sustentable de los recursos hídricos mediante la protección de cuencas, acuíferos, ecosistemas y biodiversidad.	Aunque el proyecto no implica aprovechamiento directo de agua ni modificación de la gestión hídrica regional, sí interactúa con escurrimientos superficiales. Por ello, se conservará la continuidad hidráulica mediante obras de drenaje menor y mayor, incluyendo dos puentes, cunetas, lavaderos y pasos de agua. Asimismo, se evitará la disposición de materiales en cauces, zonas

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
		inundables o áreas con escurrimiento natural, y se dará mantenimiento periódico a las obras hidráulicas durante la operación.
4.1 Implementar políticas de mitigación de emisiones y protección de sumideros de carbono.	Propone implementar políticas de mitigación de emisiones y acciones de conservación y protección de sumideros de carbono, con participación de la Administración Pública Federal, otros órdenes de gobierno y sectores de la sociedad.	Durante la preparación del sitio y construcción se verificará que la maquinaria, equipo y vehículos cuenten con mantenimiento preventivo y condiciones adecuadas de operación, a fin de reducir emisiones atmosféricas. Asimismo, la pérdida de cobertura vegetal será atendida mediante medidas de compensación, restauración y reforestación, contribuyendo a recuperar cobertura vegetal y mantener servicios ambientales asociados a captura de carbono.
4.2 Fortalecer la capacidad adaptativa de poblaciones, ecosistemas, actividades productivas, recursos hídricos e infraestructura estratégica ante el cambio climático.	Establece el fortalecimiento de la capacidad adaptativa ante el cambio climático mediante soluciones basadas en la naturaleza, visión de largo plazo y enfoque de derechos humanos, justicia ambiental e igualdad.	El proyecto modernizará un camino rural existente en una zona con pendientes, escurrimientos y afectaciones recurrentes durante temporada de lluvias. La obra contribuirá a mejorar la movilidad y accesibilidad de localidades rurales e indígenas, particularmente frente a condiciones climáticas adversas. Ambientalmente, se integrarán obras de drenaje, estabilización de taludes, control de erosión, restauración de suelos y mantenimiento hidráulico para reducir la vulnerabilidad de la infraestructura y del entorno inmediato.
4.4 Promover políticas que impulsen la economía circular.	Busca reducir la presión sobre los recursos naturales, mejorar la gestión de residuos, evitar la contaminación y crear	Durante la construcción se promoverá, cuando sea técnica y normativamente viable, la reutilización de materiales producto de cortes, excavaciones y

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
	oportunidades económicas mediante la economía circular.	despalme en la conformación de terraplenes, arrope de taludes, restauración o reforestación. Los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos serán separados, almacenados temporalmente y enviados a sitios o prestadores autorizados, evitando su disposición en cauces, barrancas, laderas o áreas con vegetación.
4.5 Reforzar las acciones de prevención y control de la contaminación del aire y suelo.	Plantea reforzar la prevención y control de la contaminación del aire y suelo para contribuir a garantizar un medio ambiente sano y reducir impactos sobre ecosistemas y biodiversidad.	El Centro SICT Oaxaca aplicará medidas para controlar polvo, emisiones, ruido, residuos y riesgos de contaminación del suelo. Entre ellas se incluyen riego en frentes de obra, mantenimiento preventivo de maquinaria, manejo adecuado de combustibles, aceites y lubricantes, prohibición de mantenimiento mayor en frentes no habilitados, atención de derrames, delimitación de áreas de almacenamiento temporal y supervisión ambiental permanente.
5.2 Fortalecer la participación ciudadana en la toma de decisiones.	Promueve la corresponsabilidad social en decisiones de política pública ambiental, con enfoque de derechos humanos, igualdad e interculturalidad.	Considerando que el proyecto incide en localidades rurales e indígenas de los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, el Centro SICT Oaxaca deberá mantener mecanismos de información, atención social y comunicación con las comunidades vinculadas al trazo. Estas acciones permitirán atender inquietudes, reducir conflictos, coordinar restricciones temporales a la movilidad durante la obra y fortalecer la apropiación social de las medidas ambientales.

Estrategia PROMARNAT 2025–2030	Descripción conforme al Programa	Vinculación y compromisos del Centro SICT Oaxaca
5.5 Garantizar acceso a información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil.	Busca garantizar información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil para la ciudadanía y la toma de decisiones de política pública.	La MIA-R integra información ambiental, técnica, territorial y social del proyecto, incluyendo diagnóstico de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto, identificación y valoración de impactos, medidas de prevención y mitigación, programas ambientales y monitoreo. Durante la ejecución, el Programa de Vigilancia Ambiental permitirá generar evidencia documental, reportes, bitácoras y registros de cumplimiento ambiental.
5.6 Promover educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental.	Promueve estrategias de educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental para formar una sociedad responsable del medio ambiente.	Previo y durante la ejecución de la obra se deberá capacitar al personal en buenas prácticas ambientales, prohibición de caza, captura o extracción de flora y fauna, manejo de residuos, prevención de incendios, atención de derrames, protección de escurrimientos y respeto a las áreas autorizadas. La capacitación será parte de las acciones de prevención del Sistema de Gestión Ambiental y del Programa de Vigilancia Ambiental.

En síntesis, del análisis vinculante, se encuentra que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias aplicables del **PROMARNAT 2025–2030**, particularmente en materia de conservación de ecosistemas, restauración ambiental, protección de cuencas, acción climática, economía circular, prevención de la contaminación, participación ciudadana y cultura ambiental.

Si bien la obra implica remoción de vegetación, movimiento de tierras, intervención puntual de escurrimientos y generación temporal de emisiones, ruido y residuos, estos efectos serán atendidos mediante las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental previstas en la MIA-R.

Por lo anterior, el proyecto no se contrapone al PROMARNAT 2025–2030, siempre que su ejecución se sujete al **Sistema de Gestión Ambiental**, al **Programa de Vigilancia Ambiental** y a los programas ambientales específicos del proyecto

II.2.5 PROGRAMA ESPECIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PECC) 2021-2024

Para el caso del proyecto, se espera que con su construcción se mejoren significativamente las condiciones de movilidad entre los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, actualmente conectados mediante caminos de terracería con trazo sinuoso, pendientes pronunciadas y condiciones geométricas deficientes, lo que incrementa los tiempos de traslado, el consumo de combustible y la generación de emisiones.

En su estado actual, el camino presenta características que favorecen una **operación vehicular ineficiente**, con constantes aceleraciones, frenados y bajas velocidades, así como la generación de polvo, lo que contribuye a la emisión de contaminantes atmosféricos, incluyendo **carbono negro (CCVC)**.

Con la modernización del camino, se prevé una **mejora en las condiciones de rodamiento y en la geometría del trazo**, lo que permitirá una circulación más continua y eficiente. Esto se traduce en:

- Reducción en tiempos de traslado
- Disminución en el consumo de combustible por unidad de recorrido
- Reducción en emisiones de GEI y contaminantes climáticos de vida corta (particularmente carbono negro y partículas suspendidas)
- Menor generación de polvo

Si bien el desarrollo del proyecto puede implicar la remoción de 8.9 **hectáreas de cobertura vegetal**, esta afectación será compensada mediante un programa de reforestación estimado en aproximadamente **24 hectáreas**, lo que contribuye a la captura de carbono y a la recuperación de servicios ambientales en la región.

En este sentido, el proyecto puede considerarse una acción que, bajo un enfoque integral, **contribuye a la mitigación del cambio climático**, al reducir emisiones asociadas al transporte en condiciones actuales ineficientes y al incorporar medidas de compensación ambiental que favorecen el balance de carbono.

De esta manera, el proyecto se alinea con el **Objetivo Prioritario 2 del Programa Especial de Cambio Climático**, al promover un desarrollo con menor intensidad de carbono, particularmente en el sector transporte en zonas rurales con alta marginación.

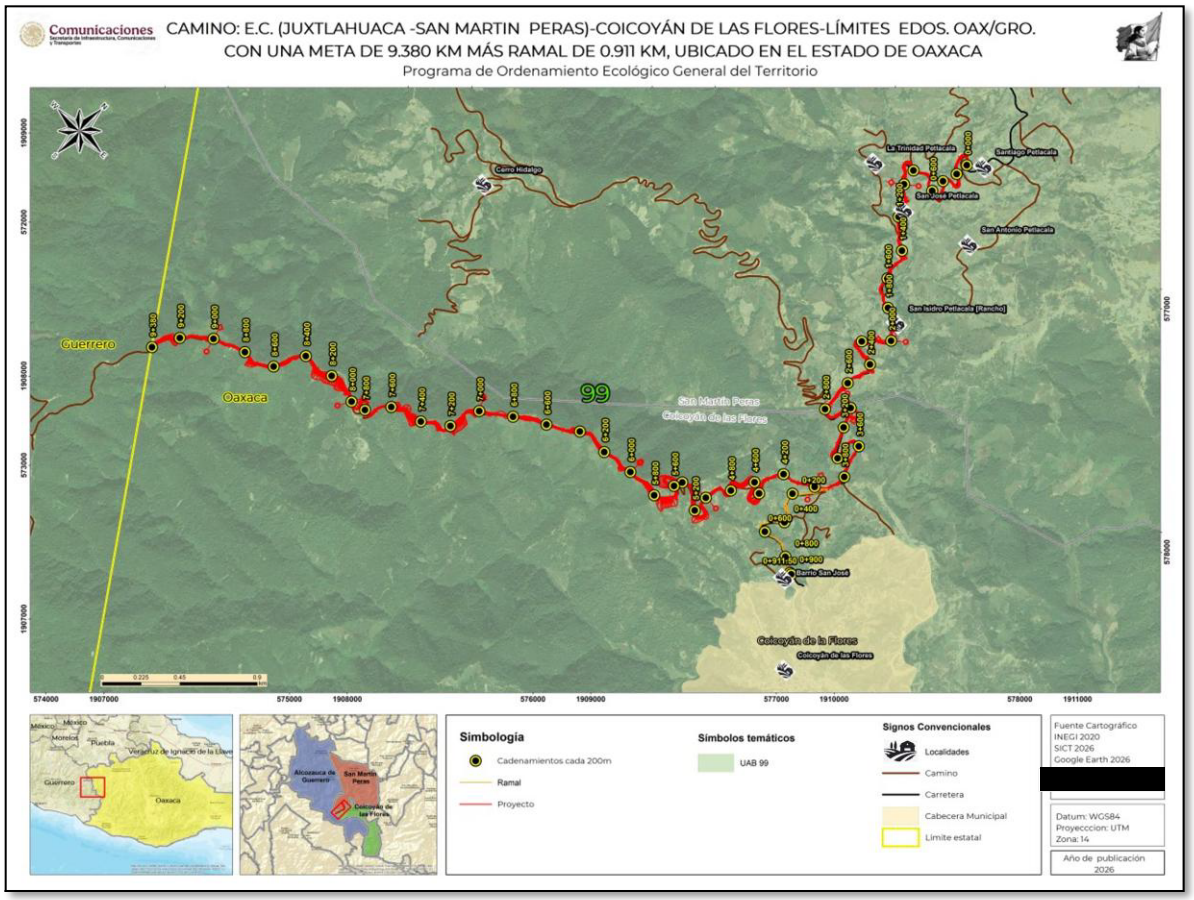
II.3 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS

II.3.1 ORDENAMIENTOS TERRITORIALES

II.3.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El POEGT corresponde a un instrumento de planeación y ordenación territorial, para la Regionalización ecológica a nivel nacional y dispone lineamientos y estrategias ecológicas, para **1) logro de la sustentabilidad ambiental del territorio, 2) mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana** y 3) al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

FIGURA II-1UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RELACIÓN AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO GENERAL DEL TERRITORIO.



El proyecto respecto del POEGT pertenece a la **Región Ecológica: 18.17, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) No 99. Cordillera Costera del Sureste de Guerrero**, cuyo eje

rector de desarrollo es forestal, y aplican las políticas de restauración y aprovechamiento sustentable con un nivel de atención prioritaria alta (Figura II-1 y Cuadro II-12).

CUADRO II-12VINCULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 99 CON EL PROYECTO.

GRUPO		VINCULACIÓN
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
PRESERVACIÓN	1. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	El proyecto no comprende el aprovechamiento de ecosistemas ni de recursos naturales. No obstante, se prevé la remoción de 8.9 ha de cobertura vegetal, por lo que se aplicarán medidas de mitigación, incluyendo rescate de flora y fauna y un programa de reforestación en aproximadamente 26.22 ha.
	2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizarán actividades de aprovechamiento forestal. Sin embargo, se evaluarán los impactos del desmonte y se aplicarán medidas de restauración para minimizar la pérdida de cobertura vegetal.
	3.Valoración de los servicios ambientales	Se realizó la valoración de los servicios ambientales que podrían verse afectados, integrando medidas de mitigación y compensación dentro del proyecto.
Ue p	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Se incluye caracterización de especies afectadas y un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, así como medidas de conservación.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Se identifican zonas forestales y agropecuarias, por lo que se ejecutarán medidas para minimizar afectaciones a las actividades productivas locales.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto corresponde a la modernización de un camino existente, mejorando condiciones de seguridad y transitabilidad.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará aprovechamiento forestal; los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los propietarios, y se implementarán acciones de reforestación con especies nativas.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Se proponen acciones para reducir la pérdida de servicios ambientales derivada del cambio de uso de suelo.

GRUPO		VINCULACIÓN
C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	12. Protección de los ecosistemas.	Para esta MIA R, se realizó el diagnóstico del área con la finalidad de determinar las condiciones actuales del SAR y de las áreas de influencia del proyecto, y presentar propuestas para disminuir al máximo los impactos negativos al ambiente. Por lo anterior, se preparan diversos programas de acciones para. • El-Rescate y reubicación de especies de flora. • El Rescate y reubicación de especies de fauna. • Una Propuesta de ubicación y dimensiones de pasos de fauna. • Para la Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos y • La Vigilancia Ambiental y Programas Ambientales Adicionales
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no involucra actividades productivas en donde se requerirse el manejo de fertilizantes, en el Programa de Restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos se aborda la metodología.
D) RESTAURACIÓN	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se desarrollarán programas de restauración forestal, rescate de especies, pasos de fauna y restauración de suelos y cuerpos hídricos
E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES Y	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables	No aplica, el proyecto no incluye actividades mineras.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica, el proyecto no incluye actividades mineras

GRUPO		VINCULACIÓN
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA		
A) SUELO URBANO	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Por la naturaleza del proyecto, su desarrollo no tendrá estos alcances y el promovente no cuenta con la facultad de desarrollar estas acciones.
B) ZONAS DE RIESGO Y PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	Por la naturaleza del proyecto, su desarrollo no tendrá estos alcances y el promovente no cuenta con la facultad de desarrollar estas acciones.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	Por la naturaleza del proyecto, su desarrollo no tendrá estos alcances y el promovente no cuenta con la facultad de desarrollar estas acciones.
C) AGUA Y SANEAMIENTO	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El proyecto no incide directamente en la provisión de servicios de agua potable o saneamiento, al tratarse de una obra de infraestructura carretera.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto no modifica de manera directa la gestión integral del recurso hídrico; no obstante, se consideran acciones para evitar afectaciones a cuerpos de agua durante su desarrollo.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El proyecto no se vincula de forma directa con esta estrategia, dado su carácter de infraestructura de transporte.
D) INFRAESTRUCTURA Y	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El proyecto mejora la conectividad y accesibilidad de localidades rurales en los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, favoreciendo la integración regional y el acceso a servicios.
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.	El proyecto no interviene directamente en programas de desarrollo social; sin embargo, contribuye indirectamente al mejorar el acceso a servicios y oportunidades en zonas rurales.

GRUPO		VINCULACIÓN
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	La construcción de la carretera reduce el aislamiento de comunidades rurales y fortalece su integración con otros centros de población.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El proyecto no incide directamente en esta estrategia.
	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.	El proyecto no desarrolla actividades agroalimentarias; no obstante, mejora la movilidad para su desarrollo.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se fomenta la participación de mujeres, población indígena y grupos vulnerables en el empleo generado durante la obra.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto no interviene directamente en esta estrategia.
	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.	El proyecto no interviene directamente en esta estrategia.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El proyecto no interviene directamente en esta estrategia.
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSITTUCIONAL		
A) MARCO	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se respetan los derechos de propiedad y se cuenta con instrumentos de gestión social y consulta a comunidades indígenas.
B) PLA NEA JURÍDIC	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información	El proyecto no interviene en esta estrategia.

GRUPO		VINCULACIÓN
	agraria para impulsar proyectos productivos.	
	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.	El proyecto es congruente con los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables, aunque no forma parte directa de su gestión.

Derivado del análisis realizado, se concluye que las estrategias del **POEGT** no se contraponen a los objetivos del proyecto; por el contrario, existe una **congruencia funcional** en términos de uso del territorio, conservación ambiental y desarrollo regional.

En este sentido, el proyecto se inserta de manera compatible dentro del esquema de ordenamiento, al atender necesidades de conectividad en una zona con rezago, sin comprometer los criterios de manejo territorial establecidos.

Asimismo, el **Centro SICT Oaxaca** asegura la atención de dichos criterios mediante la ejecución de los programas ambientales asociados al proyecto, los cuales forman parte integral de la presente MIA Regional y establecen las acciones necesarias para prevenir, mitigar y compensar los impactos identificados.

II.3.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA (POERTEO) 27 DE FEBRERO DE 2016[3]

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), publicado el 27 de febrero de 2016, tiene como objetivos asegurar el aprovechamiento integral de los recursos naturales, ordenar la ubicación de las actividades productivas conforme a las características de cada región, establecer políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable, así como favorecer usos del suelo con menor impacto ambiental y mayor beneficio social.

A través de su Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET), el POERTEO delimita zonas con políticas de protección, restauración y aprovechamiento sustentable, en congruencia con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

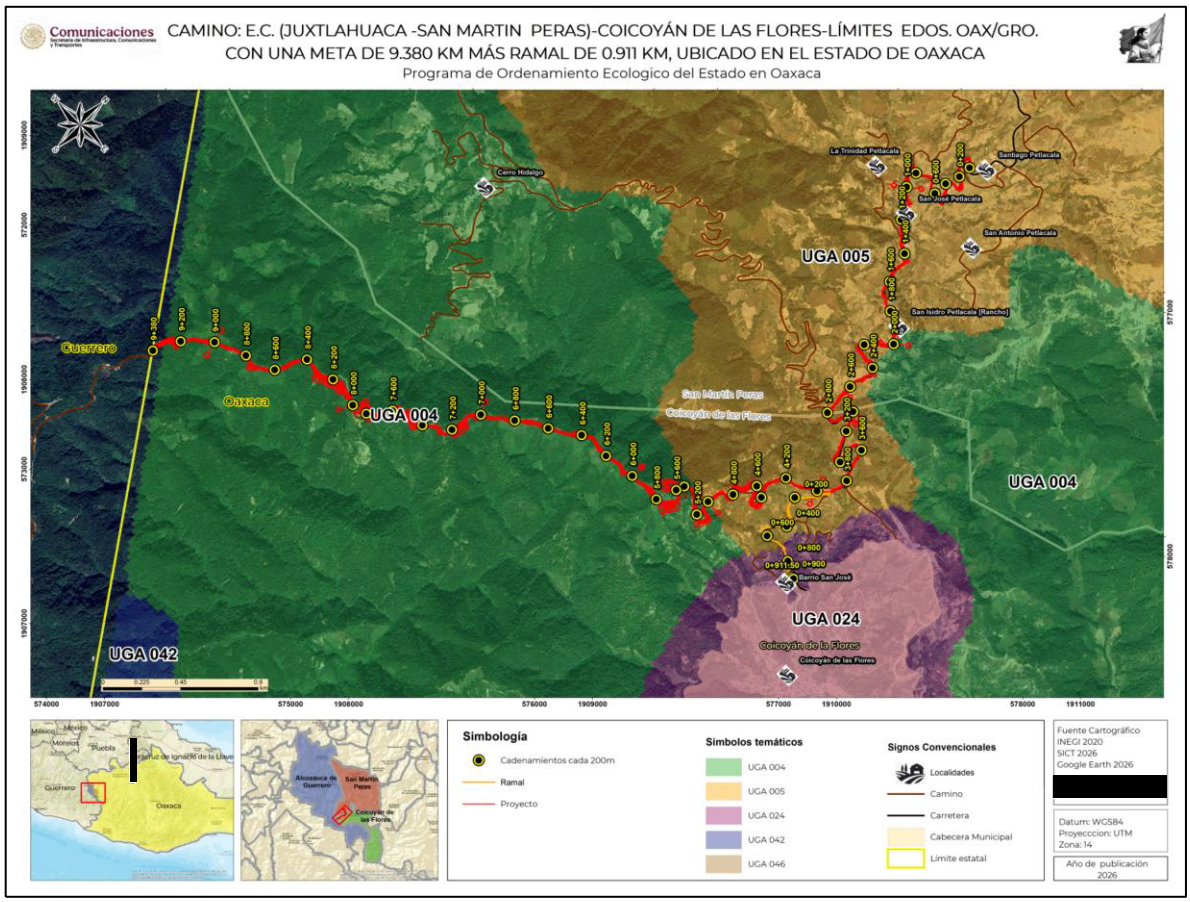
El MOET se integra por 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), cada una con lineamientos y criterios de regulación ecológica. Entre estas UGA se identifican.

[3] *Disponible en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_poerteo_160227.pdf*

- 26 UGA de Aprovechamiento Sustentable (47%), que abarcan aproximadamente el 67.79% del territorio estatal
- 14 UGA de Conservación con aprovechamiento (25%), con una cobertura del 9.34%
- 13 UGA de Restauración con aprovechamiento (24%), que representan el 4.10%
- 2 UGA de Protección (4%), que abarcan el 18.78% del territorio

A partir de la sobreposición del trazo del proyecto con el MOET (Figura III-2), se identificó que el área de influencia del proyecto incide en las UGA 004 y 005, cuyos usos del suelo, lineamientos y criterios ecológicos se presentan en los Cuadros III-13 y III-14.

FIGURA II-2UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA) DEFINIDA PARA EL PROYECTO, SOBREPUESTOS AL POERTEO PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA.



Cabe señalar que el POERTEO establece un total de **49 criterios de regulación ecológica de aplicación general**, de los cuales **15 corresponden a la UGA 004** y **18 a la UGA 005**, mismos que serán analizados de manera específica en el presente capítulo, con el fin de evaluar la **congruencia del proyecto con el instrumento de ordenamiento ecológico**.

CUADRO II-13 OCUPACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LAS UGAS

UGA	Superficie del Área de Proyecto en Ha	Superficie de UGA en Ha	Porcentaje de Ocupación del Área de Proyecto dentro de la UGA
004	11.21 Ha	2,669,584.86 ha	0.000419916%
005	7.87 Ha	259,591.59 ha	0.003031685 %

CUADRO II-14 UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA) Y CARACTERÍSTICAS RECONOCIDAS EN EL SAR Y ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ACORDE A LO PREVISTO EN EL POERTEO

UGA 004					
Superficie	2,669,584.86 Ha	**Población**	252,906	**Regiones**	Cañada Costa Istmo Mixteca Papaloapan Sierra Norte Sierra Sur Valles Centrales
Riesgo	Medio	**Biodiversidad**	Alta	**Presión**	Bajo
Cobertura: Agricultura 8.39%, Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 11.28%, Bosque de Coníferas y Latifoliadas 38.92%, Bosque de Encino 3.94%; Bosque Mesófilo de Montaña 3.45%; Cuerpo de Agua 0 03%; Matorral Xerófilo 0 67%. Pastizal 9.18%, Selva Caducifolia y Subcaducifolia 20.66%, Selva Perennifolia y Subperennifolla 3.44% Sin vegetación aparente 0.02%; Vegetación Acuática 0 02%			**Aptitud:** Uso Recomendado: S7 (Forestal), S3 (Apícola). Uso Condicionado: S9 (Industria), S10 (Minería), S9 (E) (Industria – Energías alternativas). Uso No recomendado: S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo). Sin Aptitud: S2 (Agrícola), S1 (Acuícola), S4 (Asentamientos humanos), S8 (Ganadero).		
Conflictos			S7-S10 (Forestal-Minería), S3-S9 (Apícola-Industria), S3-S10 (Apícola-Minería)		
Lineamiento			**Aprovechar sustentable** para las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo Industrial.		

UGA 004					
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)			C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-039, C-045, C-046, C-047, C-048		
Riesgos en la Mixteca			R_D, R_G, R_H, R_I, R_E, R_S, R_In, R_C,		
UGA 005					
Superficie	259,591.59 ha	**Población**	No definida	**Regiones**	Cañada Costa Istmo Mixteca Papaloapan Sierra Norte Sierra Sur Valles Centrales
Riesgo	Medio	**Biodiversidad**	Alta	**Presión**	Medio
Cobertura: Agricultura 37.23%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.68%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 6.66%; Bosque de Encino 2.21%; Bosque Mesófilo de Montaña 0.69%; Cuerpo de Agua.49%; Matorral Xerófilo 0.42%; Pastizal 41.31%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 2.40%; Selva Perennifolia y Subperennifolla 1.19%; Sin vegetación aparente 3.60%; Vegetación Acuática 3.11%			**Aptitud:** Uso recomendado: S4 (Asentamientos humanos), S10 (minería). Uso Condicionado: S2 (Agrícola), S8 (ganadería), S7 (forestal), S9 (industria), S9 (E) (Industria – Energías alternativas). Uso no recomendado: S3 (Apícola), S6 (ecoturismo), S11 (turismo). Sin aptitud: S1 (Acuícola).		
Conflictos			S4-S7 (Asentamientos humanos-Forestal), S10-S7 (Minería-Forestal).		
Lineamiento			**Aprovechar** las 213,228 ha para el desarrollo de asentamientos humanos y del sector secundario, así como las áreas altamente productivas en que se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, mejorando los procesos de producción; y llevar acabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área		
CRE			C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-025, C-026, C-027, C-029, C0-21, C-032, C-033, C-039, C-043, C-044, C-046, C-047, C-048		
Riesgo para la Mixteca			R_D, R_G, R_H, R_I, R_E, R_S, R_In,		

En ambas UGA predomina la política de aprovechamiento sustentable, orientada principalmente a actividades forestales, apícolas y productivas bajo esquemas de bajo

impacto ambiental, buscando mantener el equilibrio entre el uso del territorio y la conservación de los recursos naturales.

En este contexto, el proyecto carretero resulta compatible con las políticas territoriales de dichas UGA, ya que no implica un cambio en el uso dominante del suelo, sino que mejora la infraestructura existente, favoreciendo la conectividad y el acceso a servicios sin inducir procesos de urbanización no previstos.

Asimismo, la ocupación del proyecto dentro de las UGA es mínima (Cuadro III-11), lo que limita su incidencia sobre los procesos ecológicos y productivos definidos en el ordenamiento.

Adicionalmente, el proyecto contempla la aplicación de medidas ambientales específicas, entre las que destacan:

- Programa de rescate y reubicación de flora
- Programa de rescate y reubicación de fauna
- Propuesta para la ubicación y dimensiones de pasos de fauna
- Programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos

En el Cuadro III-15 se indican y vinculan los criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto, incorporando para cada uno de ellos una propuesta de cumplimiento desarrollada por el Centro SICT Oaxaca.

Los criterios analizados corresponden a un conjunto de disposiciones que establecen condiciones, restricciones y recomendaciones para el desarrollo de actividades compatibles con la aptitud territorial de cada UGA, con el fin de prevenir conflictos ambientales y asegurar el uso adecuado de los recursos naturales.

CUADRO II-15CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA ESTABLECIDOS EN EL POERTEO PARA LA UGA 004 Y 005.

UGA	No.	Criterios de Regulación Ecológica	Aplica	Vinculación
004-005	C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias...	Sí	A lo largo del trazo del proyecto se identificaron cinco corrientes hidrológicas intermitentes: corriente de agua Petlacala (cadenamiento 1+194), y cuatro corrientes sin nombre en los cadenamientos 2+784, 2+225, 0+713 y 6+782. La continuidad hidrológica será garantizada mediante obras de drenaje adecuadamente dimensionadas, así como acciones de protección, conservación y, en su caso, restauración de

UGA	No.	Criterios de Regulación Ecológica	Aplica	Vinculación
				cauces. Estas medidas se integran en los programas ambientales anexos a la MIA-R, donde se establecen acciones específicas y mecanismos de seguimiento para asegurar el cumplimiento del criterio.
004-005	C-014	Se evitarán actividades que impliquen modificación de cauces...	Sí	El diseño del proyecto incorpora obras de drenaje transversal y longitudinal que permiten mantener los patrones naturales de escurrimiento, evitando la modificación de cauces y la generación de represamientos. Lo anterior se respalda en los programas ambientales de la MIA-R, donde se definen acciones constructivas y de manejo para conservar la dinámica hidrológica.
004-005	C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia...	Sí	El desarrollo de las obras puede incidir de manera puntual en los márgenes de arroyos; sin embargo, se delimitarán estrictamente las áreas de intervención, evitando desmontes fuera de los polígonos autorizados. Se implementarán programas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como acciones de estabilización de taludes y reforestación en zonas aledañas a cauces, con el fin de mantener la funcionalidad ecológica de la vegetación riparia.
004-005	C-016	Actividades en costas deberán mantener dunas	No	La ubicación del proyecto no corresponde a zona costera.
004-005	C-017	Autoridades deberán desarrollar instrumentos contra quema	No	El promovente no cuenta con atribuciones para desarrollar instrumentos legales o educativos; no obstante, dará cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y aplicará buenas prácticas en el manejo de residuos.
005	C-025	Tratamiento de aguas residuales en localidades	No	Por la naturaleza del proyecto, el criterio no resulta aplicable.
005	C-026	Uso de fosas sépticas o tecnologías alternativas	No	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se generarán aguas residuales de tipo sanitario asociadas al personal de obra. En virtud de que la zona no cuenta con infraestructura de drenaje sanitario, se implementarán soluciones temporales para su manejo, tales como la instalación de sanitarios con sistema de fosa séptica o tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable. Estas instalaciones serán operadas y mantenidas adecuadamente, evitando infiltraciones no controladas o contaminación del suelo y cuerpos de agua.

UGA	No.	Criterios de Regulación Ecológica	Aplica	Vinculación
005	C-027	Evitar desarrollos en acuíferos sobreexplotados	No	Por la naturaleza del proyecto, el criterio no resulta aplicable. Para el desarrollo no se realizará extracción de agua de pozos.
005	C-028	Evitar asentamientos en tiraderos	No	Por la naturaleza del proyecto, el criterio no resulta aplicable.
004-005	C-029	Evitar disposición de materiales en zonas sensibles	Sí	El Centro SICT Oaxaca garantizará el cumplimiento de este criterio en apego a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la normativa estatal aplicable. El material producto del despalme será aprovechado en acciones de reforestación, mientras que los residuos de manejo especial derivados de las actividades de excavación serán reutilizados, en la medida de lo posible, en la conformación de terraplenes. Los materiales no aprovechables serán dispuestos en sitios que cuenten con la autorización de las autoridades competentes y que, adicionalmente, hayan sido definidos en acuerdo con los habitantes locales, como resultado de procesos de consulta social. En todo momento se evitará la disposición de materiales en cauces, zonas inundables, áreas con vegetación nativa o en sitios donde se pueda alterar la dinámica hidrológica. Los residuos sólidos urbanos serán manejados mediante contenedores debidamente identificados y entregados al servicio municipal o a prestadores autorizados.
005	C-031	Construcciones en zonas de riesgo deberán cumplir PC	Sí	Los estudios geotécnicos y geohidrológicos del proyecto han permitido identificar zonas con susceptibilidad a riesgos, tales como inestabilidad de laderas y procesos asociados al escurrimiento superficial. Con base en dichos estudios, se implementarán medidas de estabilización de taludes, control de escurrimientos y diseño adecuado de obras de drenaje, en apego a los lineamientos de Protección Civil. **Se agrega en el Anexo correspondiente** el Programa de Restauración de Suelos y el Programa de Manejo Hidrológico, en los cuales se integran las medidas de prevención, mitigación y restauración aplicables.

UGA	No.	Criterios de Regulación Ecológica	Aplica	Vinculación
				Asimismo, se incorporan las recomendaciones derivadas de los estudios técnicos realizados, así como aquellas establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, particularmente en materia de reducción de riesgos, manejo de escurrimientos y conservación del suelo, con el fin de garantizar la congruencia del proyecto con la planeación territorial vigente.
005	C-032	Evitar desarrollos en zonas de alto riesgo	No	Los estudios geotécnicos y geohidrológicos del proyecto han permitido identificar zonas con susceptibilidad a riesgos, tales como inestabilidad de laderas y procesos asociados al escurrimiento superficial. Con base en dichos estudios, se implementarán medidas de estabilización de taludes, control de escurrimientos y diseño adecuado de obras de drenaje, en apego a los lineamientos de Protección Civil. **Se agrega en el Anexo correspondiente** el Programa de Restauración de Suelos y el Programa de Manejo Hidrológico, en los cuales se integran las medidas de prevención, mitigación y restauración aplicables. Asimismo, se incorporan las recomendaciones derivadas de los estudios técnicos realizados, así como aquellas establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, particularmente en materia de reducción de riesgos, manejo de escurrimientos y conservación del suelo, con el fin de garantizar la congruencia del proyecto con la planeación territorial vigente.
004-005	C-033	Obras en zonas inundables no deben alterar flujos	Sí	El diseño incluye obras de drenaje que permiten la continuidad del flujo hidrológico, evitando represamientos. Asimismo, se implementarán acciones preventivas y de restauración para conservar la cobertura vegetal; en caso de afectaciones, se aplicarán medidas de restauración ecológica.
004	C-034	Ubicación de apiarios	No	El proyecto no corresponde a actividades apícolas.
004	C-035	Evitar uso de químicos en apiarios	No	El proyecto no comprende actividades apícolas ni uso de sustancias con ese fin.
004	C-036	Uso de ahumadores en apicultura	No	No se pretende el uso de ahumadores en el proyecto.

UGA	No.	Criterios de Regulación Ecológica	Aplica	Vinculación
004-005	C-039	Regulación de explotación forestal	No	La SICT no pretende realizar aprovechamiento forestal. Se requiere la remoción de vegetación en una superficie mayor a 8 hectáreas como parte del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), la cual se realizará conforme a la autorización correspondiente emitida por la SEMARNAT. Los productos derivados del desmonte serán manejados conforme a la normatividad aplicable y, en su caso, entregados a los propietarios de los predios, en apego a sus derechos de aprovechamiento.
005	C-043	Ganadería a distancia de cuerpos de agua	No	No aplica; sin embargo, se consideran pasos para el tránsito seguro de ganado, de acuerdo a la necesidades de los habitantes de la zona de influencia.
005	C-044	Uso controlado de químicos en ganado	No	Por la naturaleza del proyecto, el criterio no resulta aplicable.
004-005	C-045	Industrias peligrosas lejos de población	No	El proyecto no corresponde al sector industrial.
004-005	C-046	Restauración de suelos contaminados	No	El proyecto no corresponde a una actividad industrial; no obstante, se aplicarán medidas preventivas para reducir el riesgo de contaminación del suelo. Asimismo, en caso de presentarse afectaciones, se llevarán a cabo acciones de restauración conforme al Programa de Restauración de Suelos y al componente hidrológico asociado, mismos que se agregan en el Anexo correspondiente. Estas acciones serán supervisadas mediante el Programa de Vigilancia Ambiental. En caso de derrames accidentales, se realizarán acciones de contención, remediación y restauración del sitio afectado, conforme a la normatividad vigente.
004-005	C-047	Impacto de eólicos en fauna	No	El proyecto no contempla generación eólica.
004-005	C-048	Uso de explosivos en minería	No	El proyecto no corresponde al sector minero y no contempla uso de explosivos.

Con base en el análisis anterior, se identificó que 7 de los 20 Criterios de Regulación Ecológica resultan aplicables al proyecto, los cuales se asocian principalmente con la conservación de la dinámica hidrológica, la protección de la vegetación y el manejo adecuado de materiales y residuos.

Ninguno de los criterios aplicables constituye una restricción que impida el desarrollo del proyecto; por el contrario, establecen lineamientos que orientan su ejecución bajo condiciones ambientalmente adecuadas y en congruencia con la normatividad vigente y los instrumentos de planeación territorial.

En este sentido, el proyecto incorpora medidas específicas orientadas al cumplimiento de dichos criterios, particularmente en lo relativo a la conservación de escurrimientos y zonas riparias, el diseño adecuado de obras de drenaje, el manejo y disposición de materiales, así como la protección de suelos y de la cobertura vegetal.

Asimismo, el **Centro SICT Oaxaca incorporará estos criterios como parte de las obligaciones contractuales de los ejecutores de obra**, con el fin de garantizar su cumplimiento mediante acciones de supervisión, vigilancia ambiental y monitoreo durante todas las etapas del proyecto.

Lo anterior permite asegurar la congruencia del proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicables, así como su desarrollo bajo un enfoque de prevención, mitigación y control de impactos ambientales, en apego a la normativa vigente.

II.3.2 Vinculación con legislación Ambiental, reglamentos y Normas Mexicanas en Materia Ambiental, Forestal, de Aprovechamiento de Recursos Naturales y otros Aplicables

II.3.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos asi como la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), como norma fundamental del orden jurídico nacional, establece en su artículo 1° que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en dicho ordenamiento y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que la propia Constitución establece.

Asimismo, el artículo 4° de la CPEUM reconoce el derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, señalando que el Estado garantizará el respeto a este derecho, y que el daño o deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

En este contexto, la CPEUM reconoce la participación de los distintos órdenes de gobierno en la formulación e implementación de políticas, leyes y normas orientadas a

garantizar la protección del medio ambiente, en congruencia con el principio antes señalado.

Por su parte, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 15 de abril de 1922, con última reforma el 25 de noviembre de 2025, establece en su artículo 1° que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la CPEUM, los tratados internacionales y la propia Constitución estatal, imponiendo a las autoridades la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar dichos derechos bajo los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad, pluriculturalidad y progresividad.

En materia ambiental, el artículo 12 dispone que toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, estableciendo igualmente la responsabilidad por daño o deterioro ambiental.

En este sentido, el proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se vincula con dichos preceptos al considerar, desde su diseño y ejecución, medidas orientadas a la prevención, mitigación y, en su caso, compensación de impactos ambientales, en apego a la normatividad aplicable.

Asimismo, el artículo 20 establece que, bajo criterios de equidad social y productividad, se apoyará e impulsará a los sectores social y privado, sujetando el uso de los recursos productivos al interés público y a su conservación, incluyendo la protección del medio ambiente. En congruencia con lo anterior, el proyecto se somete al presente procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con la finalidad de asegurar su desarrollo bajo criterios de sustentabilidad y cumplimiento normativo.

Finalmente, el artículo 16 reconoce el derecho de los pueblos y comunidades indígenas al uso y disfrute de los recursos naturales de sus tierras y territorios, así como la obligación del Estado de promover su desarrollo económico, social y cultural. En este sentido, el proyecto respeta los derechos de las comunidades presentes en el SAR y el AIP, considerando sus condiciones sociales y culturales, y contribuye al desarrollo regional mediante el mejoramiento de la infraestructura carretera, sin menoscabo de sus usos, costumbres y formas de organización.

De manera adicional, como parte de los anexos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, **se agrega un Estudio Sociodemográfico**, el cual incluye los resultados de la consulta realizada a los pobladores de las localidades ubicadas dentro del área de influencia del proyecto, pertenecientes a la región de la Mixteca Baja.

Dicho instrumento permite incorporar la percepción social, así como las condiciones demográficas y culturales de la población local, contribuyendo a que el proyecto se desarrolle en congruencia con el contexto social y territorial, y en respeto a los derechos de las comunidades involucradas

II.3.2.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA-EIA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA)

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), se ha ideado como un instrumento de política de tipo analítico y de carácter preventivo, que permite visualizar los cambios que se pueden producir por el desarrollo de obras y actividades de un proyecto, un conjunto de proyectos y eventualmente un plan o programa determinado; bajo dicha percepción, con estas evaluaciones, es posible identificar las estrategias, las necesidades de recursos humanos, de materiales que permitirán reducir las afectaciones ambientales y el cumplimiento de requisitos o lineamientos de las leyes, reglamentos, planes, programas, normas y demás ordenamientos legales de carácter ambiental.

El procedimiento de la EIA ofrece ventajas a quienes promueven un proyecto, así como a la sociedad.

El fundamento legal y técnico básico que se emplea para saber si un proyecto precisa la EIA del gobierno federal, está contenido en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y se especifican los casos que requieren en el artículo 5 del Reglamento en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). En el Cuadro II-16 se indican la vinculación del proyecto en cuestión con la LGEEPA.

CUADRO II-16 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación del proyecto
LGEEPA Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento mediante el cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico...	Mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional (MIA-R), el promovente somete a evaluación de la SEMARNAT el proyecto **E.C. (Juxtlahuaca -San Martin Peras)-Coicoyán de las Flores-Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km, ubicado en el Estado de Oaxaca**, con el fin de que la autoridad determine las condiciones bajo las cuales podrá desarrollarse, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 28 de la LGEEPA.

Instrumento y Artículo	Disposición	Vinculación del proyecto
LGEEPA Artículo 28 Fracción I	Obras hidráulicas y vías generales de comunicación.	El proyecto corresponde a la construcción de una vía general de comunicación en los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, en el estado de Oaxaca, por lo que se ubica dentro de los supuestos previstos en la fracción I del artículo 28 de la LGEEPA.
LGEEPA Artículo 30	Para obtener la autorización, los interesados deberán presentar una Manifestación de Impacto Ambiental que describa efectos y medidas de mitigación.	El proyecto da cumplimiento a esta disposición mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional ante la DGIRA, la cual incluye la descripción del **región ecológica**, la identificación y evaluación de impactos, así como las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental.
REIA Artículo 5 Inciso B	Requieren autorización las vías generales de comunicación.	El proyecto se ubica dentro de los supuestos establecidos en el artículo 5 del REIA, al tratarse de la construcción de una carretera, por lo que requiere autorización previa en materia de impacto ambiental.
REIA Artículo 9	Los promoventes deberán presentar una MIA para evaluación del proyecto.	El promovente da cumplimiento a esta disposición mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional, integrando la información relevante del proyecto.
REIA Artículo 10	Las MIA deberán presentarse en modalidad regional o particular.	El proyecto se ajusta a esta disposición al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional ante la autoridad competente.
REIA Artículo 11	La modalidad regional aplica para carreteras y proyectos con impacto regional.	El proyecto se ubica dentro de los supuestos del artículo 11, al tratarse de la construcción de una carretera que puede generar efectos a nivel regional.
REIA Artículo 13	Contenido de la MIA regional.	La MIA-R integra la información requerida en el artículo 13 del REIA, incluyendo descripción del proyecto, vinculación normativa, caracterización del sistema ambiental, evaluación de impactos y medidas de manejo ambiental.
REIA Artículo 17	Requisitos para presentar la solicitud de autorización.	El promovente cumple con esta disposición mediante la presentación de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental ante la DGIRA, acompañada de la MIA-R, el resumen correspondiente y el comprobante de pago de derechos.

II.3.3 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE PARA EL ESTADO DE OAXACA[4] (LEEPAO)

La LEEPAO cuya última reforma con el decreto número 825, aprobada por la LXVI Legislatura del Estado 30 de septiembre del 2025 y publicada en el Periódico Oficial número 43 Décima primera sección de fecha 25 de octubre del 2025, está vinculada en su artículo 1°, con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

De igual forma, se encuentra en cumplimiento a LGEEPA, la Ley de Procedimiento y Justicia Administrativa para el Estado de Oaxaca y demás ordenamientos en materia ambiental y administrativa y tiene por objeto fijar las bases para (sic):

I. *Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;*

II. *Definir los principios de la política ambiental estatal y los instrumentos para su aplicación;*

III. *La conservación, preservación, restauración y mejoramiento del ambiente;*

IV. *La preservación y protección de la biodiversidad y geodiversidad, así como el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia estatal con la participación de los gobiernos municipales;*

V. *El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de la biodiversidad, geodiversidad y los ecosistemas;*

VI. *La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; dentro del ámbito de competencia estatal, estableciendo los mecanismos de participación del Estado;*

[4] *Dirección de Informática y Gaceta Parlamentaria. 2021. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca. Decreto 2763 aprobado por la LXIV Legislatura del estado el 22 de septiembre del 2021. Disponible en:*
https://www.congresooaxaca.gob.mx/docs66.congresooaxaca.gob.mx/legislacion_estatal/Ley_del_Equilibrio_Ecologico_y_Proteccion_al_Ambiente_(ref_dto_825_aprob_LXVI_Legis_30_sep_2025_PO_43_11a_secc_25_oct_2025).pdf

VII. Asegurar la participación corresponsable de las personas en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como en el desarrollo sustentable de la entidad;

VIII. El ejercicio de las atribuciones y la coordinación que en materia ambiental corresponde al Estado de Oaxaca y sus Municipios;

IX. Establecer los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales en materia ambiental, y;

X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como la imposición de sanciones administrativas y penales ante la autoridad competente.

En el Cuadro II-17 se presenta la vinculación del proyecto con la Ley y las propuestas generadas por el promovente.

CUADRO II-17 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DEL CENTRO SICT OAXACA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA LEEPAO.

ARTÍCULOS DE LA LEEPAO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Artículo 6.- Son asuntos de competencia del Estado a través de la Secretaría: Formular, conducir y evaluar la política ambiental estatal en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo; Determinar las estrategias y criterios ecológicos que deban observarse en la aplicación de la política ambiental estatal, mismos que guardarán congruencia con los que formule la Federación en la materia; Aplicar los instrumentos de la política ambiental previstos en ésta Ley, así como los criterios de preservación y restauración del equilibrio y la protección al ambiente, en las obras o actividades que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción estatal y en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación; Prevenir, preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio de la entidad;	El propósito del proyecto es resolver parcialmente algunos de los problemas de conectividad que se relacionan con la vertiente ambiental de los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín de las Peras, Oaxca, donde se ubica el SAR y Área de Influencia del proyecto (AIP). **El proyecto que nos ocupa, compete a una vía general de comunicaciones, misma que corresponde a un asunto de competencia federal, como fue comentado en el apartado de la LGEEPA de este mismo documento.** Cabe mencionar, que **la SICT reconocerá los mandatos que la Ley del Equilibrio Ecológico de Oaxaca haya previsto, y participará con las autoridades del Estado de Oaxaca, en el ámbito de sus competencias, en las materias ambientales** que puedan corresponder al desarrollo del proyecto que nos ocupa.
Artículo 9.- Para formular y conducir la política ambiental estatal, así como, expedir y aplicar los instrumentos previstos en esta Ley, en materia de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al	Se reitera que **el proyecto carretero que nos ocupa, es de competencia federal por tratarse de una vía general de comunicación, y por tanto presenta una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para obtener la autorización de la SEMARNAT**. No obstante,

ARTÍCULOS DE LA LEEPAO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
ambiente las autoridades tendrán en cuenta los siguientes principios: I. Toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades, en los términos de ésta y otras Leyes, garantizarán y tomarán las medidas para cumplir ese derecho; II. Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure la sustentabilidad, compatible con su equilibrio e integridad; III. Asumir la responsabilidad de la preservación y restauración del equilibrio ecológico y de la protección al ambiente, en forma conjunta con los particulares y con la sociedad organizada; IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; [...] XVII. El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población; [...]	a ello, el Centro SICT Oaxaca dará cumplimiento las disposiciones del artículo 9 de la constitución de Oaxaca.
Artículo 22.- La Secretaría vigilará el cumplimiento de las Normas Oficiales y emitirá las Normas Técnicas Ambientales, con el objeto de: I. Establecer los requisitos, especificaciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, insumos y procesos; [...] IV. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y; [...]	En la presente Manifestación de impacto Ambiental Regional se reconocerán las normas técnicas que haya expedido el Gobierno de Oaxaca en materia ambiental y se ofrecen las medidas que aplicará la SICT para el buen desarrollo del proyecto.
Artículo 32.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se	El proyecto no es competencia del gobierno del estado, el mismo se está sometiendo a la PEIA federal.

ARTÍCULOS DE LA LEEPAO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
sujetará la realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los Reglamentos y Normas Técnicas Ambientales y demás disposiciones aplicables emitidas 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. Cuando corresponda a la Secretaría llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental, considerará la opinión del Municipio donde se pretenda realizar la obra o actividad sujeta a evaluación, a fin de que éstas manifiesten lo que a su derecho convenga. La autorización de la Secretaría, no obligará en forma alguna a las autoridades locales a expedir las autorizaciones que les corresponda en el ámbito de sus respectivas competencias. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras establecidas en el artículo 33 de esta Ley, deberán obtener del Estado por conducto de la Secretaría la autorización en materia de impacto ambiental previo al inicio de la ejecución de dichas obras o actividades conforme a las competencias que señala esta Ley, sin perjuicio de otras autorizaciones.	En este capítulo se declara la forma en que cumplirá con las normas que sean competencia del estado de Oaxaca.
Artículo 48.- Es obligación de las autoridades locales y municipales, y derecho de las personas, organizaciones de los sectores social o privado y comunidades, actuar para la preservación, restauración y protección de las áreas naturales y sus ecosistemas dentro del territorio de la Entidad.	En el presente documento, se reconocen las características y se presenta un diagnóstico ambiental asimismo se proponen medidas que podrán garantizar la mitigación y/o compensación de afectaciones ambientales, para asegurar el cumplimiento de los ordenamientos aplicables.
Artículo 128 Bis.- En el Estado de Oaxaca está prohibido el uso, distribución, adquisición, donación, regalo o suministro de agroquímicos y plaguicidas peligrosos, productos químicos perturbadores endócrinos, compuestos orgánicos persistentes y otros químicos riesgosos para la salud y el medio ambiente.	La SICT no pretende el uso o suministro de agroquímicos y/o biofertilizantes ni se realizarán actividades de distribución, adquisición, donación o regalo de este tipo de compuestos.
Artículo 129.- Quienes realicen actividades contaminantes deberán asumir las medidas que se establezcan para minimizar la emisión de contaminantes y habrán de proporcionar toda la información que les sea requerida por las autoridades competentes a fin de dar cumplimiento con lo señalado en el artículo anterior.	Al desarrollar el proyecto, se generarán residuos de diferentes tipos, sin embargo, se pretende almacenar estos en contenedores de 200 lt, para su posterior envío al sitio de disposición final acreditado por la autoridad. Asimismo, se presentará un Programa de Vigilancia Ambiental y Programas Ambientales Adicionales, así como un Programa de Reforestación Forestal, de

ARTÍCULOS DE LA LEEPAO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
	Suelos y Cuerpos Hídricos. Además de que se solicitarán las autorizaciones pertinentes para la realización del proyecto.
Artículo 131.- En materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, el Estado y el Ayuntamiento, en el ámbito de sus respectivas competencias, tendrán las siguientes atribuciones: [...] XIII. Imponer sanciones y medidas por infracciones a la presente Ley, sus reglamentos o a las normas en la materia de acuerdo con esta Ley. Asimismo, los Ayuntamientos por infracciones a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan; [...]	El Centro SICT Oaxaca mediante la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional se compromete a dar cabal cumplimiento a la normatividad aplicable en materia de prevención y control de contaminación de la atmósfera a nivel federal, estatal y municipal. Asimismo, se identificaron los elementos ambientales y áreas que pueden resultar afectados, a fin de reconocer la huella de los impactos y minimizar cualquier efecto negativo por pequeño que pueda resultar. Se destaca que la SICT aplicará medidas de mitigación que podrán ser supervisadas por personal calificado.
Artículo 134.- Queda prohibido emitir contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones se deberán observar las disposiciones de esta Ley y de los reglamentos que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas aplicables. Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas serán responsables del cumplimiento de las disposiciones a que se refiere este artículo.	El Centro SICT Oaxaca dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Ley, sus reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables. Asimismo, se promoverá durante el desarrollo del proyecto, la reducción del uso y consumo de equipos o de otras fuentes de emisiones atmosféricas. Es preciso recalcar que el proyecto que se promueve no corresponde a una fuente de contaminación atmosférica por fuentes fijas. Entre las medidas a considerar para dar cumplimiento a los reglamentos y NOM, durante la construcción del proyecto, se instalarán contenedores de 200 litros de capacidad, para el depósito de los residuos sólidos urbanos que se generen, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.
Artículo 138.- Sólo se permitirá la combustión a cielo abierto en zonas de jurisdicción estatal o municipal, cuando la misma se efectúe con permiso expedido por la Secretaría o por el Ayuntamiento respectivo. [...] La Secretaría o el Ayuntamiento correspondiente, no permitirán quemas a cielo abierto cuando se encuentren dentro de los supuestos del artículo 134 de esta Ley.	Quedará prohibido a todo el personal que labore en la obra realizar cualquier tipo de quema de residuos.
Artículo 139.- Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los	El Centro SICT Oaxaca aplicará acciones conforme a un Plan Vigilancia Ambiental, basado en medidas de prevención cuyo fin

ARTÍCULOS DE LA LEEPAO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.	será minimizar las emisiones que puedan generar los vehículos de combustión interna y reducir su efecto ambiental conforme a la normatividad ambiental. Asimismo, se reducirá el uso de fuentes de emisiones atmosféricas al máximo. Para ello se buscará la coordinación con las empresas que participen en la construcción para que así ocurra.
Artículo 163.- Los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico del suelo; IV. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y; V. Los riesgos y problemas de salud.	Todas las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto se apegarán estrictamente a lo establecido en la normatividad ambiental en materia de residuos, con la finalidad de brindarle el manejo adecuado y seguro a los residuos.
Artículo 183.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	Se exigirá que los niveles y tiempos máximos permisibles a los que pueden estar expuestos los trabajadores se cumpla acorde a la norma. En caso de ser necesario, se proporcionará capacitación y equipo de protección auditiva al personal. Se buscará reducir al máximo la generación de ruido a fin de no causar efectos negativos en las especies de flora y de fauna.
Artículo 197.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	Se exigirá que los niveles y tiempos máximos permisibles se cumplan, se vigilará que las actividades no impliquen la emisión de ruidos y de luz por las noches, causando desorientación de la fauna silvestre y además durante el día, se buscará reducir al máximo el nivel de ruido para no afectar a las especies de fauna de vida silvestres.
Artículo 228.- Las autoridades competentes podrán realizar, por conducto del personal debidamente autorizado, visitas de inspección, sin perjuicio de otras medidas que puedan llevar a cabo para verificar el cumplimiento de este ordenamiento.	Se brindará a la autoridad competente, todas las facilidades para que puedan realizar inspecciones, labores de vigilancia, protección o control en el área del proyecto, cuando lo consideren necesario.

II.3.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) Y SU REGLAMENTO (RLGFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) es de orden público e interés social y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los ecosistemas forestales, así como la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de sus recursos.

Cabe señalar que la LGDFS ha sido objeto de diversas reformas, considerándose para el presente análisis la versión vigente publicada en el Diario Oficial de la Federación el **01 de abril de 2024**.

En el **Cuadro II-18** se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones aplicables en materia forestal.

CUADRO II-18 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LGDFS Y SU REGLAMENTO)

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables	Congruencia o cumplimiento del Proyecto
LGDFS	Artículo 93: El cambio de uso de suelo en terrenos forestales requiere autorización previa de la SEMARNAT.	El Centro SICT Oaxaca gestionará la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la SEMARNAT, conforme a lo establecido en la LGDFS, para la superficie requerida para el desarrollo del proyecto.
LGDFS	Artículo 93: El cambio de uso de suelo se autoriza por excepción, siempre que no se comprometa la biodiversidad ni se generen procesos de degradación del suelo o afectación a los recursos hídricos.	El proyecto considera medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a mantener la funcionalidad de los ecosistemas, reducir la erosión del suelo y evitar afectaciones a los recursos hídricos, conforme a los programas ambientales integrados en la MIA y al Estudio Técnico Justificativo.
LGDFS	Artículo 7: Definición de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	El proyecto implica la remoción de vegetación forestal en una superficie aproximada de **8.9 ha**, por lo que se reconoce la necesidad de tramitar la autorización correspondiente en materia forestal.
RLGFS	Reglamento de la LGDFS: Procedimiento para la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	El Centro SICT Oaxaca elaboró el Estudio Técnico Justificativo, mediante el cual se analizan las condiciones ambientales del sitio, la superficie por afectar y las medidas de compensación, como parte del trámite correspondiente ante la autoridad competente.

La SICT, a través de su Centro en Oaxaca, elabora el Estudio Técnico Justificativo y lleva a cabo las gestiones para la liberación del derecho de vía de manera paralela a la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional, con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Asimismo, se integran los programas ambientales correspondientes, mediante los cuales se establecen las acciones orientadas a la protección de los elementos ambientales, la restauración de suelos y componentes hidrológicos, así como la ejecución de trabajos de reforestación.

II.3.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) Y SU REGLAMENTO

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene como fin la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción.

La Ley en su Artículo 4 indica: Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 5o. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país. En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El proyecto se vincula a esta ley, ya que en el AIP se localizaron algunas especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son:

Carpinus carolineana, Haya azul
Leopardus pardalis, Tigrillo,
Entre otras que se reportan en el Capítulo III de esta MIA-R

Es por ello, en el Capítulo IV de la MIA-R se indican las medidas de mitigación, se preparan los programas: Programa de rescate y reubicación de flora y Programa de rescate y reubicación de fauna, con énfasis en aquellas que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se ejecutarán previo al inicio de obras.

Dichos programas incluyen el ahuyentamiento, el rescate y reubicación de especies prioritarias para la conservación, así como la protección y conservación de hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre y actividades de propagación de las especies.

El Centro SICT Oaxaca, cuando sea preciso, presentará a la Dirección General de Vida Silvestre los reportes que se requieran para comprobar el éxito de las actividades, a efecto de garantizar la sobrevivencia de las especies en riesgo.

II.3.6 LEY GENERAL PARA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

La LGPGIR vigente, fue publicada el 08 de octubre de 2003 en el DOF y su última reforma se publicó el 19 de enero de 2026. Conforme al Artículo 1, se trata de una ley reglamentaria basada en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las disposiciones son de orden público e interés. El propósito de esta Ley se indica enseguida.

Garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así́ como establecer las bases para:

I) *Valorización de residuos,*
II) *Determinar los criterios de manejo, prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana,*
III) *Establecer los mecanismos de coordinación con los tres niveles de gobierno,*
IV) *Formular la clasificación básica*
V) *Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, de los tres niveles de gobierno.*
VI) *Definir las responsabilidades para los tres niveles de gobierno,*
VII) *Fomentar la valorización de residuos*
VIII) *Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales,*
IX) *Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los diferentes residuos peligrosos,*
X) *Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos,*
XI) *Regular la importación y exportación de residuos;*
XII) *Fortalecer la investigación y desarrollo científico,*
XIII) *Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad así́ como para la imposición de las sanciones que corresponda. [...]*

Se considera aplicable al proyecto, dado que, en la etapa de preparación y construcción del camino rural, se producirán residuos sólidos de diferente naturaleza, en especial residuos especiales y de allí la importancia de hacer un análisis y vinculación con el proyecto.

En el artículo 6 de la ley, donde se distribuyen las atribuciones de la gestión integral de residuos para la Federación, las entidades federativas y los municipios, en materia de gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Por su parte, el **artículo 9,** dispone las facultades de entidades federativas para:

I. formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

II. Expedir conforme a sus respectivas atribuciones, y de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, los ordenamientos jurídicos que permitan darle cumplimiento conforme a sus circunstancias particulares, en materia de manejo de residuos de manejo especial, así como de prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos y su remediación;

III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados;

IV. Verificar el cumplimiento de los instrumentos y disposiciones jurídicas referidas en la fracción anterior en materia de residuos de manejo especial e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;

V. Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, así como imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los convenios que se suscriban con la Secretaría y con los municipios, conforme a lo dispuesto en los artículos 12 y 13 de este ordenamiento;

VI. Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, conforme a los lineamientos

establecidos en la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan, en el ámbito de su competencia;

VII. Promover, en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos, en las entidades federativas y municipios, con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados;

VIII. Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia y de prevención de la contaminación de sitios con tales residuos y su remediación, con la participación activa de las partes interesadas; [...].

IX. Promover la participación de los sectores privado y social en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos de manejo especial, y llevar a cabo su gestión integral adecuada, así como para la prevención de la contaminación de sitios con estos residuos y su remediación, conforme a los lineamientos de esta Ley y las normas oficiales mexicanas correspondientes; [...]

En las siguientes fracciones se especifica que son **facultades de los gobiernos de los estados**, según los dispuesto en las fracciones:

[...] III) Refiere a la autorización de planes de manejo integral de **residuos de manejo especial** (**RSME**);

IV) Verificar el cumplimiento de los instrumentos y disposiciones jurídicas y fracción III;

VI) Establecer el registro de **planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final**, conforme a los lineamientos establecidos en la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan, en el ámbito de su competencia.

En virtud del tipo de residuos que se producirán durante el desarrollo del proyecto, se considera aplicable lo antes referido en la LGPIR, además de lo especificado en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado Oaxaca y su reglamento[5]. Por tal motivo, en el apartado III.4.8 se analiza dicha Ley a efecto de identificar los lineamientos que ha establecido el Gobierno del Estado de Oaxaca en torno al manejo y disposición de Residuos Sólidos.

[5] *SEMAEDESO. 2022. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos y su Reglamento.*

II.3.7 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DEL ESTADO DE OAXACA[6].

Esta Ley, cuya última reforma se publicó mediante el Decreto 825, aprobado por la LXVI Legislatura el 30 de septiembre del 2025 y publicada en Periódico Oficial número 43 Décimo primera sección del 25 de octubre del 2025, tiene por objeto (sic): ***garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, así como la remediación de la contaminación de sitios dentro del territorio del Estado por dichos residuos.***

El proyecto se vincula de manera específica con el siguiente artículo de la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Oaxaca, y de esta forma, el análisis que se expone integra una propuesta de cumplimiento por parte de la SICT (ver Cuadro II-19):

CUADRO II-19VINCULACIÓN DE LA LPGIREO CON EL PROYECTO A DESARROLLAR.

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Artículo 14. Los residuos sólidos urbanos se clasifican en orgánicos e inorgánicos, con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos de diferente naturaleza, **se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos.** Para el caso de los Residuos de Manejo Especial, se buscará aprovechar al máximo los mismos, se evitará disponer los mismos en zonas donde puedan obstruir los cauces, o causar efectos negativos sobre cubierta vegetal, de esta forma se almacenarán los mismos de manera cuidadosa en lugares donde no causen efectos negativos y se trasladarán de manera definitiva a sitios de tiro apropiados, para ello se tomará evidencia de las medidas que se apliquen.
Artículo 15. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: 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; II.	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos de manejo especial de diferente naturaleza, se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos. Se reitera que los Residuos de Manejo Especial (RME) **serán reutilizados o aprovechado en la mayor medida posible para la conformación del terraplén** del proyecto y se aplicarán medidas

[6] *Dirección de Informática y Gaceta Parlamentaria. 2025. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos.*

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos; III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades, con excepción de los residuos considerados peligrosos por la Ley General; IV. Residuos de los servicios de transporte, y los generados como consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas; V. Residuos de cosméticos no peligrosos, así como residuos de alimentos caducados generados por establecimientos comerciales, de servicios o industriales; VI. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; VII. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes; VIII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; IX. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; se incluye pilas no peligrosas. X. Los neumáticos usados, muebles, enseres domésticos usados en gran volumen, envases plásticos y todo tipo de materiales de lenta degradación; XI. Residuos de laboratorios industriales, químicos, biológicos, de producción o de investigación, con excepción de los residuos considerados peligrosos por la Ley General; y XII. Otros que determine la SEMAEDESO de común acuerdo con los Municipios y/o con la SEMARNAT, para facilitar su gestión integral.	precautorias para no afectar el flujo de corrientes de agua o zonas con cubierta de vegetación nativa o forestal y que los RME que no se puedan reutilizar, será dispuestos en sitios de tiro autorizados.
Artículo 28. Están obligados a formular y ejecutar planes de manejo, los medianos y grandes generadores, productores, importadores, exportadores y distribuidores de productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos, y generadores de residuos de manejo especial, de conformidad	Durante el desarrollo del proyecto, no se espera la producción de altas cantidades de Residuos Sólidos (RS); sin embargo, en el período de construcción se tiene contemplado la producción de residuos urbanos, de residuos de manejo especial, e incluso de residuos peligrosos.

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
con las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Ambientales Estatales.	Por lo que, para cada uno de ellos, **primeramente, se aplicarán los criterios establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos y la Ley para la Prevención de los Residuos Sólidos aplicable en Oaxaca.** En todo momento, la SICT exigirá a las empresas contratistas la aplicación de medidas tales, como, 1) Separación de Residuos según su naturaleza, 2) Utilización de recipientes con la capacidad suficiente para el almacenamiento temporal de los RS. 3) Habitar espacios donde se puedan almacenar los residuos de manera temporal **sin ocasionar efectos contaminantes: como es la construcción de sardineles y la dotación de equipos de recolección de sustancias en caso de derrames accidentales**. Se exigirá que se mantenga estricta vigilancia y supervisión ambiental.
Artículo 37. Toda persona física o moral que genere residuos sólidos urbanos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que los entregue al servicio de recolección, o deposite en los contenedores, estaciones de transferencia o rellenos sanitarios establecidos para tal efecto por la autoridad municipal competente.	Todos los RS que se produzcan serán debidamente separados y tratados, según su naturaleza química, de esta forma no se mezclaran y se dispondrán en recipientes debidamente rotulados que tengan la capacidad de almacenamiento suficiente y previo a que ese rebase su capacidad, se entregarán a los servicios de limpia en el caso de los urbanos y para los Residuos de Manejo Especial, se buscara aprovechar al máximo, y los materiales que no sean adecuados o no logren reutilizarse, se dispondrán en sitios de tiro autorizados. Por otro lado, el material producto de despalme se reciclará y empleará en acciones de revestimiento de taludes y bordos, así como en actividades de reforestación.
Artículo 41. Es responsabilidad de toda persona física o moral: I. Minimizar la generación de residuos sólidos urbanos; II. Fomentar la clasificación, reutilización y reciclado de los residuos sólidos urbanos; III. Barrer diariamente las banquetas, andadores y pasillos, y mantener limpios de residuos sólidos urbanos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción;	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos sólidos urbanos (RSU), se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos. Es importante resaltar que el promovente contratará a un prestador de servicios, para el transporte y disposición final de los residuos. Se reitera que se instalarán contenedores de al menos 200 litros de capacidad, para la adecuada separación, depósito y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen o superiores, de tal manera que estos se

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
IV. Almacenar los residuos sólidos urbanos con sujeción a las normas correspondientes y facilitar la recolección; V. Denunciar ante las autoridades municipales competentes las violaciones a la normativa en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos; y VI. Cumplir con las disposiciones, criterios, normas y recomendaciones técnicas de esta Ley y demás disposiciones aplicables.	entreguen al servicio público de limpia municipal para su disposición final en sitios autorizados. Finalmente, se les exigirá cumplir con lo establecido en las leyes federales, estatales y municipales en materia de transporte y particularmente, se solicitará que todos los vehículos cuenten con verificación.
Artículo 43. Todo generador de residuos sólidos urbanos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales, y similares	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos sólidos urbanos, se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos. Se reitera el compromiso de la SICT en que buscará la supervisión y monitoreo de un plan de manejo ambiental, que contiene diversas especificaciones de las actividades de manejo adecuado de RS, incluyendo a los urbanos.
Artículo 44. Los residuos sólidos urbanos deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos valorizables directamente a los centros de acopio o establecimientos de reutilización y reciclado.	Se instalarán contenedores de 200 litros de capacidad, para la adecuada separación, depósito y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.
Artículo 61. Los residuos sólidos urbanos que no puedan ser tratados por medio de los procesos establecidos por esta Ley, deberán ser enviados a rellenos sanitarios.	El Centro SICT Oaxaca se asegurará de que apliquen las medidas de protección ambiental que se relacionen con la generación de los RS. Cada tipo de RS se separará según sus características físicas y químicas, después serán almacenados debidamente: evitando que se mezclen y se produzcan lixiviados o derrames sobre el suelo, vegetación y/o agua que causen efectos tóxicos a los seres vivos. Finalmente serán transportados y dispuestos en sitios debidamente autorizados. **Asimismo, la SICT exigirá a los contratistas cumplir con lo establecido en las leyes federales, estatales y municipales en materia de transporte y particularmente, se solicitará que todos los vehículos cuenten con verificación.** Cuando la autoridad los solicite, la SICT a través de su personal o de sus contratistas, exhibirá los comprobantes de entrega recepción.

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Artículo 76. Los generadores de residuos de manejo especial tienen las siguientes obligaciones: Registrarse ante la SEMAEDESO y someter a su aprobación el plan de manejo correspondiente, esto último conforme a las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales; y **Llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos. En el Reglamento de esta Ley** se establecerán el procedimiento, requisitos, contenido y forma de cumplimiento de las obligaciones previstas en este artículo	El Centro SICT Oaxaca realizará el registro correspondiente como generador de residuos en concordancia con la normatividad ambiental en materia de residuos vigente. De esta forma se obliga a las siguientes actividades: **A) Llevar el registro en bitácora de los residuos solidos** **B) Presentar ante la autoridad estatal informe de cumplimiento del artículo 76, cuando así lo requiera**
Artículo 81. Los residuos de manejo especial deberán separarse conforme a la clasificación establecida en el Artículo 15 de esta Ley, dentro de las instalaciones donde se generen, así como en las plantas de selección y tratamiento, con la finalidad de identificar aquellos que sean susceptibles de valorización.	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán **residuos de manejo especial (RSME),** se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos.
Artículo 91. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños al ambiente y a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado en alguna de las siguientes formas: Llevar a cabo las acciones necesarias para restaurar y recuperar las condiciones del suelo; e indemnizar por los daños causados a terceros y/o al ambiente, en la forma y términos que fije la SEMAEDESO conforme al Reglamento de la presente Ley.	Se reitera el compromiso del Centro SICT Oaxaca en minimizar cualquier efecto negativo por pequeño que pueda resultar y sobre todo aquellos que puedan contaminar un sitio. Por lo anterior, se realizarán las acciones necesarias para dar cabal cumplimiento a la normatividad ambiental en materia de residuos. Para ello se realizarán las acciones necesarias para la protección, conservación y restauración del suelo.
Artículo 98. Queda prohibido: I.Tirar cualquier tipo de residuos en la vía pública, caminos, carreteras, predios, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; parques, áreas verdes, áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales, y lugares no autorizados, en los términos de esta Ley y demás disposiciones aplicables; II. Depositar residuos biológicos, medicamentos, pilas y baterías, animales	Dado que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos sólidos urbanos, se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos. Se tendrá especial cuidado de que los RS, no se dispongan en zonas donde puedan ocasionar obstrucción de flujos de agua, o que cubran zonas con vegetación nativa entre otras áreas que señala la fracción. Considerando lo señalado en la fracción II sobre los residuos biológicos, es preciso decir que no se esperan estos productos, y en caso de pilas,

ARTÍCULOS DE LA LPGIREO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
muertos, aparatos eléctricos, y demás residuos peligrosos y de manejo especial, en los contenedores instalados en la vía pública; III. Quemar cualquier tipo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; IV. Pepenar residuos sólidos urbanos de los recipientes instalados en la vía pública y dentro de los sitios de almacenamiento y disposición final y sus alrededores, cuando no cuenten con la autorización del Ayuntamiento; V. Instalar contenedores de residuos en lugares que obstaculicen el libre tránsito; VI. Fijar propaganda de cualquier tipo en el equipamiento urbano destinado a la recolección de residuos sólidos urbanos; VII. Los tiraderos a cielo abierto; VIII. Diluir o mezclar residuos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos; IX. Mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos urbanos y de manejo especial; y X. Confinar o depositar en rellenos sanitarios residuos en estado líquido que afecten su operación y funcionamiento. XI. Vender, distribuir o emplear envases de un solo uso elaborados con tereftalato de polietileno destinados al agua u otras bebidas, salvo que sean destinados para fines médicos, educativos o para la atención humanitaria, y; XII. Vender, distribuir o usar envases, embalajes u otros productos de un solo uso elaborados con polietileno expandido.	baterías y cualquier residuo peligroso, será entregado a recicladores. Es importante resaltar que el promovente contratará a un prestador de servicios acreditado por la Secretaría, para el transporte y disposición final de estos. Se vigilará en todo momento que ninguno de los RS resulte quemado y **se controlará cualquier conato de incendio, para ello se tendrán brigadas preparadas con equipo adecuado para control de incendios.** Los RS que sean producidos serán entregados a la autoridad del municipio y no disponer los RS en tiraderos a cielo abierto. Se vigilará que los RS no sean mezclados y que los mismos no se viertan a drenaje, arroyos o escorrentías del SAR o del AIP. Se vigilará que, durante la construcción del proyecto, cualquier RS peligrosos quede completamente recolectado, y confinado en un recipiente hermético que ayude a controlar el contacto con el agua o suelo, y se evitará en todo momento la contaminación del agua y suelo. Los residuos sanitarios serán entregados a prestadores de servicios autorizados, de ninguna forma se dispondrán en rellenos sanitarios. La SICT vigilará con sus contratistas y demostrará el cumplimiento de lo establecido en las leyes federales, estatales y municipales en materia de transporte y particularmente, se solicitará que todos los vehículos cuenten con verificación.
Artículo 100. En materia de residuos sólidos urbanos, la SEMAEDESO y las autoridades municipales establecerán procedimientos de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento de esta Ley, en el ámbito de su competencia. La SEMAEDESO está facultada para instaurar procedimientos de inspección y vigilancia a autoridades municipales respecto a su manejo integral de residuos sólidos urbanos. En materia de residuos de manejo especial, para verificar y comprobar el cumplimiento de esta Ley, la SEMAEDESO, en coordinación con las autoridades municipales, realizará a través de personal autorizado los actos de inspección y vigilancia que consideren necesarios.	Se brindará a la autoridad competente, **todas las facilidades para que puedan realizar inspecciones, labores de vigilancia, protección o control en el área del proyecto**, cuando lo consideren necesario. Asimismo, se hará del conocimiento de la autoridad si es que llegara a ocurrir alguna situación de emergencia y/o contingencia.

Por su lado, el Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca, publicado el 24 de octubre de 2020, tiene por objeto regular y establecer las disposiciones que propicien el estricto cumplimiento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca, en todo el territorio del Estado. En el Cuadro III-20 se exponen propuestas para cumplir las disposiciones aplicables al proyecto.

CUADRO II-20 VINCULACIÓN DEL RLPGIRSEO CON EL PROYECTO

ARTÍCULOS DEL RLPGIRSEO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Artículo 11. Las personas físicas o morales públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen o manejen residuos sólidos urbanos y/o de manejo especial, están obligadas a darles un manejo ambiental y sanitariamente adecuado de conformidad con lo dispuesto en este Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables. En el caso de medianos y grandes generadores o de empresas dedicadas a la comercialización o aprovechamiento de los residuos o productos valorizables recuperados, estarán sujetas a las disposiciones de este Reglamento.	Para dar cumplimiento a este artículo, el promovente se compromete a realizar el correcto manejo de residuos, asimismo, el material producto de desmonte se proporcionará a los habitantes de la zona, y la vegetación que no se pueda aprovechar se empleará en acciones de revestimiento de taludes y bordos, así como en actividades de reforestación.
Artículo 58. La clasificación de los residuos sólidos es conforme a lo establecido en los artículos 14 y 15 de la Ley, así como los establecidos en la norma oficial aplicable.	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos de diferente naturaleza, se realizará la adecuada separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos. Asimismo, la SICT, exigirá a su contratista cumplir con lo establecido en este artículo, así como sobre la presentación a la autoridad que así lo soliciten sobre los manifiestos de entrega – recepción de residuos debidamente llenados y firmados.
Artículo 59. Los generadores de residuos sólidos de manejo especial, deberán almacenar temporalmente los residuos de tal manera que eviten su diseminación, contaminación al ambiente y posibles daños a la salud, observando lo siguiente: I. Los residuos orgánicos húmedos como restos de alimentos, residuos de rastros o mataderos, deberán acopiarse separados del resto de los residuos y en condiciones que eviten la proliferación de fauna nociva como ratas, cucarachas y moscas, así como la liberación de	En virtud que, en la etapa de preparación y construcción, se producirán residuos especiales, se realizará su separación y manejo conforme a la normatividad ambiental vigente en materia de residuos, estos deberán mantenerse en estado humectado para evitar propagación de polvo. **Cabe decir que el proyecto no comprende la matanza de fauna ya que este proyecto no corresponde a un rastro, sin embargo, tomando en cuenta que se espera la generación de algunas actividades de residuos**

ARTÍCULOS DEL RLPGIRSEO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
malos olores; almacenar en contenedores plásticos con tapa y cuyo contenido no rebase más del 80% de Su capacidad volumétrica; [...] III. Los residuos sanitarios como pañales, toallas sanitarias, pañuelos desechables y otros materiales contaminados con secreciones o residuos biológicos deberán acopiarse en contenedores cerrados; [...] V. Las baterías y/o pilas deberán manejarse por separado, estar lejos del sol, libres de humedad y en un ambiente fresco. Deberán almacenarse en envases cerrados, utilizar tambos o barriles con tapa, pueden ser metálicos, de polietileno de alta densidad y/o polipropileno; deben contener la leyenda "Pilas y/o baterías usadas". Y el contenedor o etiquetado del mismo deberá ser color café, marrón o rojo para su mejor identificación. El etiquetado debe detallar como mínimo: contenido, fecha, procedencia y cantidad en unidades de masa (Kg). Es indispensable que las pilas y/o baterías sean protegidas colocando un aislante de seguridad en los polos a fin de evitar la polarización con otras pilas, puede ser de cinta adhesiva, cartón, papel o algún otro material aislante que sea adhesivo a los polos. En caso de que alguna pila esté dañada y el material esté expuesto, se recomienda colocar en el fondo del contenedor papel absorbente, para evitar su dispersión; [...] VII. En el caso de los residuos de manejo especial de procesos productivos, su acopio y almacenamiento temporal deberá realizarse de conformidad con el tipo de materiales que contengan, siguiendo reglas de higiene y seguridad y de conformidad con lo previsto en este reglamento.	**orgánico se procederá a realizar o solicitar a las empresas se realice compostaje y se impida la proporción de fauna nociva.** No se prevé la generación de residuos biológico infecciosos, y todos los residuos sanitarios serán recolectados por empresas autorizadas, **Las baterías y pilas serán separadas, y se colocarán siguiendo las recomendaciones de la fracción V.** Los Residuos de Manejo Especial serán acopiados de manera temporal, reutilizados y en caso de no poderse aprovechar se entregarán a sitios de tiro autorizados.
Artículo 61. Los contenedores para la separación secundaria de los residuos sólidos de medianos y grandes generadores se ajustarán al siguiente código de colores: I. Verde para orgánicos; II. Gris para inorgánico; III. Canario para papel; IV. Azul marino para plástico; V. Azul cielo metal; VI. Azul Alicia para Vidrio; VII. Café para madera, y VIII. Rosa mexicano para tela.	Se instalarán contenedores de 200 litros de capacidad con el código de colores establecido en el presente artículo, para la adecuada separación, depósito y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.
Artículo 71. La disposición final de los residuos sólidos se limitará a aquellos que no sea factible o económicamente viable valorizar y debe realizarse en un sitio de relleno sanitario ubicado, diseñado, construido, operado y sujeto	La generación de residuos por la construcción de la carretera corresponderá fundamentalmente de movimientos de vegetación y tierra, además de algunas cantidades de restos de alimentos, en cada

ARTÍCULOS DEL RLPGIRSEO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
a procedimientos de monitoreo ulterior al cierre de conformidad con lo dispuesto en la Ley, este Reglamento, en las normas oficiales mexicanas y normas técnicas ecológicas aplicables.	caso se considera que pueden existir formas de reutilización o de aprovechamiento con la aplicación de prácticas adecuadas. Asimismo, la SICT a los contratistas, se les exigirá cumplir con lo establecido en las leyes federales, estatales y municipales en materia de transporte y particularmente, se solicitará que todos los vehículos cuenten con verificación. Finalmente, se proporcionarán los manifiestos de Entrega Transporte Recepción de residuos debidamente llenados y firmados.

II.3.7.1 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) Y REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es de orden público e interés social y tiene por objeto regular las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, así como la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Cabe señalar que para el presente análisis se considera la versión vigente publicada en el Diario Oficial de la Federación el **01 de abril de 2024**

En el **Cuadro II-21** se presenta la vinculación del proyecto con los principios de la política nacional de cambio climático establecidos en la LGCC.

CUADRO II-21 VINCULACIÓN Y PROPUESTAS DEL CENTRO SICT OAXACA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA LGCC.

Principios de la LGCC		Propuesta de SICT
I	**Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;**	El proyecto se desarrolla considerando la identificación y caracterización de los elementos ambientales presentes en el área de influencia, a fin de establecer medidas orientadas a la prevención, mitigación y, en su caso, restauración de los impactos generados. En este sentido, se integran programas específicos de restauración de suelos, manejo hidrológico y reforestación, mediante los cuales se busca mantener la funcionalidad de los ecosistemas y la estabilidad de los procesos naturales. Cabe decir, que el proyecto corresponde al mejoramiento de un camino existente que actualmente presenta condiciones de rodamiento

		deficientes, lo que propicia la generación de partículas suspendidas y un mayor consumo de combustibles. La modernización de la vía permitirá optimizar la circulación vehicular, reduciendo dichas emisiones en términos relativos respecto a las condiciones actuales de operación. Lo anterior se complementa con la delimitación precisa de las áreas de intervención, evitando afectaciones fuera de los polígonos autorizados y favoreciendo la conservación de la cobertura vegetal en zonas no impactadas.
II	**Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general**, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;	El Centro SICT Oaxaca asume su corresponsabilidad en la mitigación y adaptación al cambio climático mediante la coordinación con autoridades de los tres órdenes de gobierno y la integración de medidas ambientales en los instrumentos contractuales de obra, asegurando su cumplimiento durante todas las etapas del proyecto
III	**Precaución**, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;	Ante la necesidad de producir afectaciones derivadas de la remoción de vegetación y generación de emisiones, se adoptan medidas preventivas desde la etapa de diseño, incluyendo rescate y reubicación de flora y fauna, así como acciones de restauración ecológica, sin postergar su aplicación por falta de certidumbre absoluta.
IV	**Prevención**, considerando que es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	El Centro SICT Oaxaca, podrá presentar cuando así le sea requerido documentos probatorios sobre las medidas de mitigación que se ofrecen en el capítulo IV del presente estudio de impacto ambiental, ejecutará un Plan de Vigilancia y Monitoreo Ambiental, basado en medidas de prevención cuyo fin será minimizar las emisiones que puedan generar los vehículos de combustión interna y reducir su efecto ambiental, conforme a la normatividad ambiental. Asimismo, se reducirá el uso de fuentes de emisiones atmosféricas al máximo. Se buscará la coordinación con las empresas que participen en la construcción para que así ocurra.
V	**Adopción de patrones de producción y consumo** por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	El Centro SICT Oaxaca promoverá durante el desarrollo del proyecto, la reducción del uso y consumo de equipos o de otras fuentes de emisiones atmosféricas. Es preciso recalcar que el proyecto que se promueve no corresponde a una fuente de contaminación atmosférica por fuentes fijas.
VI	**Integralidad y transversalidad, adoptando** un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para	La SICT colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno, para cumplir con este principio.

	asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;	
VII	**Participación ciudadana, en la formulación**, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;	Se considera que el Centro SICT Oaxaca no tiene las facultades para incidir en este principio, sin embargo, colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno.
VIII	**Responsabilidad ambiental**, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	Se reitera el compromiso del Centro SICT Oaxaca en minimizar cualquier efecto negativo por pequeño que pueda resultar y sobre todo aquellos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático; tal como la pérdida de cobertura vegetal, posible obstrucción de drenajes, la generación temporal o constante de gases de efecto invernadero (Cox, SOx, COx, NHx, Metano, entre otros).
IX	El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan.	La obra que aquí se expone corresponde a una obra pública de beneficio a uno de los sectores más desprotegidos y vulnerables, por el aislamiento en que se encuentran sus habitantes, no se pretende hacer uso de instrumentos económicos, pero se buscará incidir sobre este principio.
X	Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;	El Centro SICT Oaxaca informará continuamente a los tres órdenes de gobierno sobre los avances y resultados de las medidas de prevención, mitigación y de compensación (con énfasis en la reforestación y revegetación) o bien a la sociedad civil, cuando así sea requerido,
XI	Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;	Es preciso mencionar que el proyecto no incide sobre ecosistemas costeros, y que, en esta MIA regional, se han reconocido las zonas con mayor sensibilidad ambiental, de esta forma el Centro SICT Oaxaca establecerá vigilancia estricta para evitar efectos o cambio significativos sobre el ambiente.
XII	Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y	No es un aspecto que pueda abarcar el Centro SICT Oaxaca, sin embargo, se considera que el proyecto que se promueve entra en el ámbito de la sustentabilidad.

XIII	Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible. Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	El Centro SICT Oaxaca, actuará en el ámbito de su responsabilidad con las metas que se establezcan en los diferentes órdenes de gobiernos respetando los derechos humanos para tener un ambiente sano, y contribuir en el ámbito del proyecto sobre el derecho a la salud **sin hacer diferencias entre la población y garantizando el respeto de grupos más vulnerables como son la población indígena y las mujeres, los niños y los ancianos**.

Por otro lado, **el reglamento**[7] se deriva de la LGCC 2012, y su objeto está relacionado al Registro Nacional de Emisiones, así como su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la secretaria.

Considerando que el proyecto generará Residuos Sólidos y Líquidos durante la construcción del proyecto se compromete a dar cumplimiento a lo dispuesto en el **sub inciso A.1 del inciso A, Fracción V del artículo 4,** el Centro SICT Oaxaca, quedando obligada

[7] *D.O.F. 2014. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Publicado el 28 de octubre de 2014. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131357/4._REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_DE_CAMBIO_CLIM_TICO_EN_MATERIA_DEL_REGISTRO_NACIONAL_DE_EMISIONES.pdf*

a disminuir el volumen de residuos o los efectos ambientales que puedan derivarse de la producción de esos residuos.

En dicho sentido, se enfocará y cumplirá con **el artículo 9,** para mitigar las emisiones atmosféricas producidas en la etapa de construcción del proyecto, asegurando que en las cláusulas de contratos que celebre con las empresas, se establezca la obligatoriedad de dar cumplimiento a las medidas indicadas en el Cuadro II-22.

CUADRO II-22 PROPUESTAS DEL CENTRO SICT OAXACA PARA CUMPLIR CON LOS PRINCIPIOS DEL REGLAMENTO DE LA LGCC

ARTÍCULOS DE REGLAMENTO DE LA LGCC	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;	El Centro SICT Oaxaca solicitará a las empresas que contrate, la información relativa a las unidades de transporte que se empleen, exigiendo que las mismas tengan dispositivo para poder rastrearlo a través de un sistema de Geoposicionamiento Satelital Global (GPS) a fin de comprobar que los vehículos optan por rutas cortas para generar menor contaminación y que cuentan con su comprobante de verificación vehicular.
Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;	Se solicitará a las empresas rendir un informe sobre las emisiones que produzcan y con el detalle de la efectividad de las medidas de mitigación por las unidades de transporte o de maquinaria que se utiliza.
Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, calculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Reportar anualmente sus **Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cedula de Operación Anual,** cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales;	**No aplica al proyecto,** ya que no contará con fuentes fijas de contaminación atmosférica.
Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y	**No aplica al proyecto**, ya que no se promueve un proyecto que por sí mismo corresponda a una fuente fija de contaminación atmosférica.

ARTÍCULOS DE REGLAMENTO DE LA LGCC	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO POR EL CENTRO SICT OAXACA
Conservar, por un periodo de 5 años, contados a partir de la fecha en que la secretaria haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas, así como la utilizada para su medición, calculo o estimación.	**No aplica al proyecto**, ya que no contará con fuentes fijas de contaminación atmosférica.

II.3.8 LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE OAXACA

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca es de orden público e interés social y tiene por objeto regular e instrumentar la política estatal en materia de cambio climático, incorporando acciones de mitigación, adaptación y prevención de riesgos, en concordancia con la política nacional.

Cabe señalar que para el presente análisis se considera la última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el **30 de agosto de 2025**.

En el **Cuadro II-23** se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones aplicables de la LCCEO.

CUADRO II-23 VINCULACIÓN DE LA LCCEO CON EL PROYECTO

Artículos de la LCCEO	Propuesta de cumplimiento del Centro SICT Oaxaca
Artículo 44	El Centro SICT Oaxaca incorpora medidas de mitigación, adaptación y prevención de impactos ambientales mediante la implementación de programas de restauración de suelos, manejo hidrológico, reforestación y control de emisiones, orientados a reducir la huella ambiental del proyecto y su contribución al cambio climático.
Artículo 52	En cumplimiento de este artículo, el proyecto integra acciones orientadas a la protección de la biodiversidad de la **Región Ecológica** y del **AI**, la prevención de riesgos ambientales, el control de emisiones atmosféricas y la aplicación de medidas de manejo ambiental durante todas sus etapas. Asimismo, se consideran criterios de inclusión social y de participación, derivados del estudio sociodemográfico y de la consulta realizada en el área de influencia.
Artículo 69	El Centro SICT Oaxaca promueve la participación de las comunidades del área de influencia mediante la integración de resultados de consulta social y mecanismos de comunicación durante la ejecución del proyecto, favoreciendo la corresponsabilidad en la vigilancia y cumplimiento de las medidas ambientales.

II.3.9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS (DECRETOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).

II.3.9.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Con base en la revisión del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), se identificó que el proyecto y su área de influencia no se encuentran dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal o estatal.

No obstante, se identificaron Áreas Naturales Protegidas cercanas al área del proyecto, mismas que se presentan en el **Cuadro II-24**.

CUADRO II-24 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES Y ESTATALES CERCANAS AL PROYECTO

Tipo	Nombre	Distancia
ANP Federal	Boquerón de Tonalá (Área de Protección de Flora y Fauna)	49.60 km
ANP Estatal	General Juan Álvarez (Guerrero)	89.52 km

FIGURA II-3ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CERCANAS AL ÁREA DEL PROYECTO

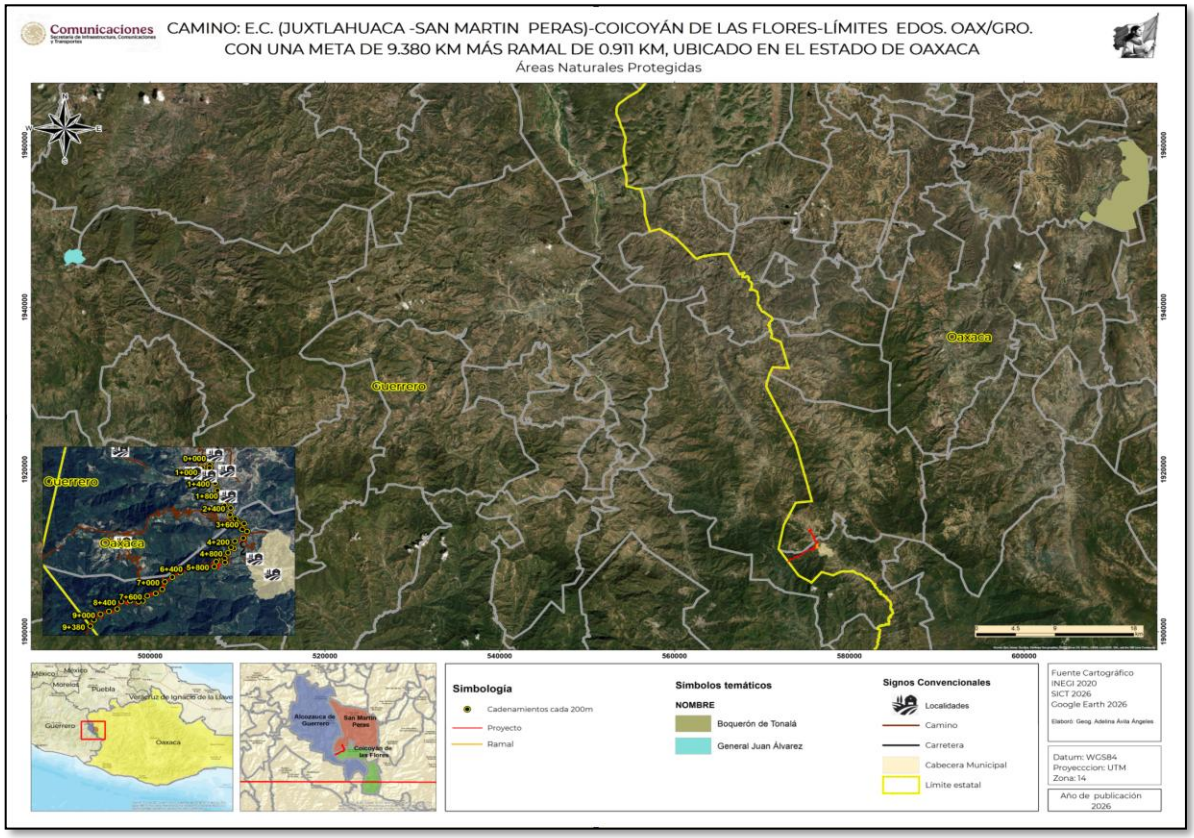
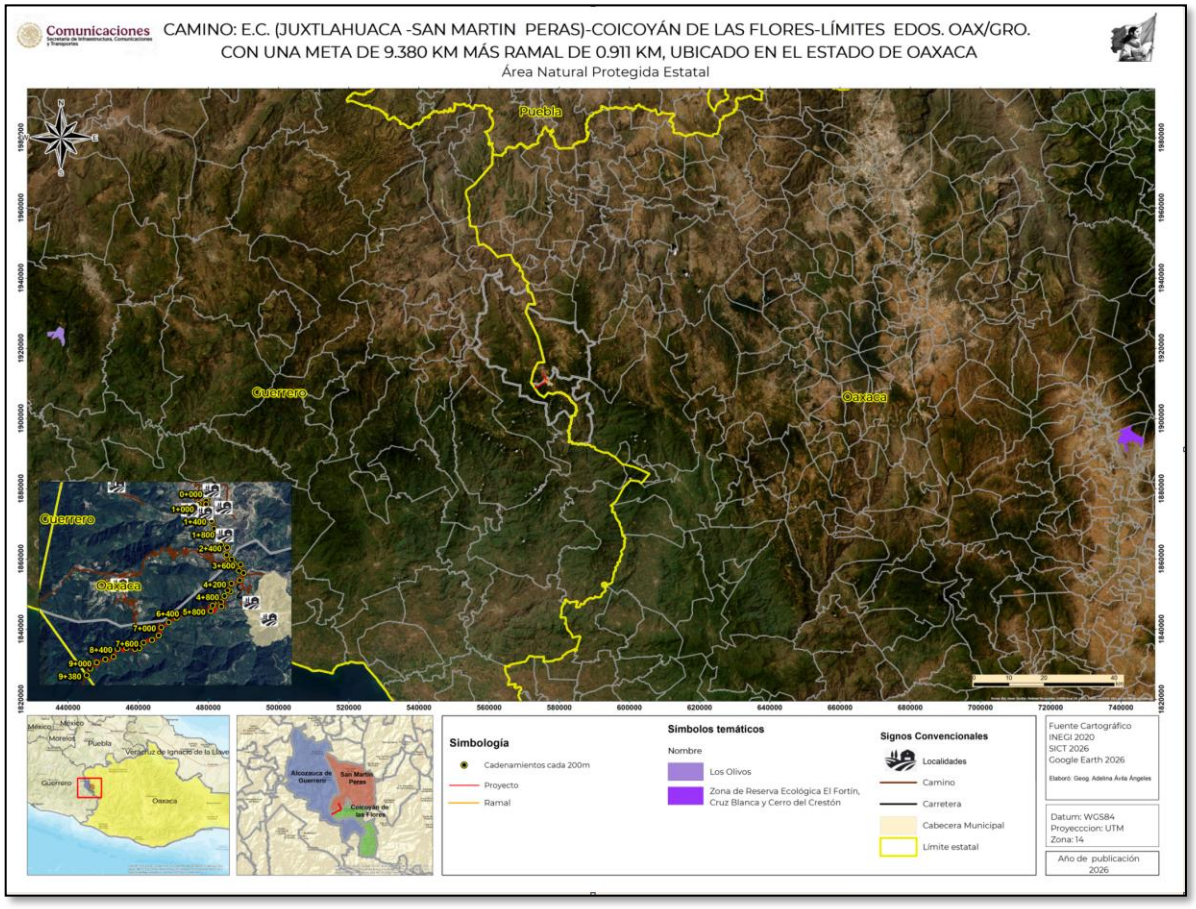


FIGURA II-4ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES CERCANAS AL ÁREA DEL PROYECTO



II.3.9.2 REGIONES PRIORITARIAS

De acuerdo con la información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto se localiza dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Sierra Triqui–Mixteca.

En cuanto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), estas se ubican a cierta distancia del proyecto, como se presenta en el **Cuadro II-25**.

CUADRO II-25 DISTANCIAS DE LAS REGIONES PRIORITARIAS

Tipo	Nombre	Distancia
RTP	Sierra Triqui–Mixteca	El proyecto se ubica dentro de la región
RHP	Cuenca alta del río Ometepec	16.58 km
AICA	Tlaxiaco	45.53 km
RHP	Río Papagayo–Acapulco	31.08 km

II.3.9.3 REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA SIERRA TRIQUI-MIXTECA

De acuerdo con la ficha técnica de la CONABIO, la Región Terrestre Prioritaria Sierra Triqui–Mixteca cuenta con una superficie aproximada de 3,051 km² y se caracteriza por la presencia de bosque mesófilo de montaña, bosque de pino y bosque de pino–encino, así como por una alta diversidad de ecosistemas.

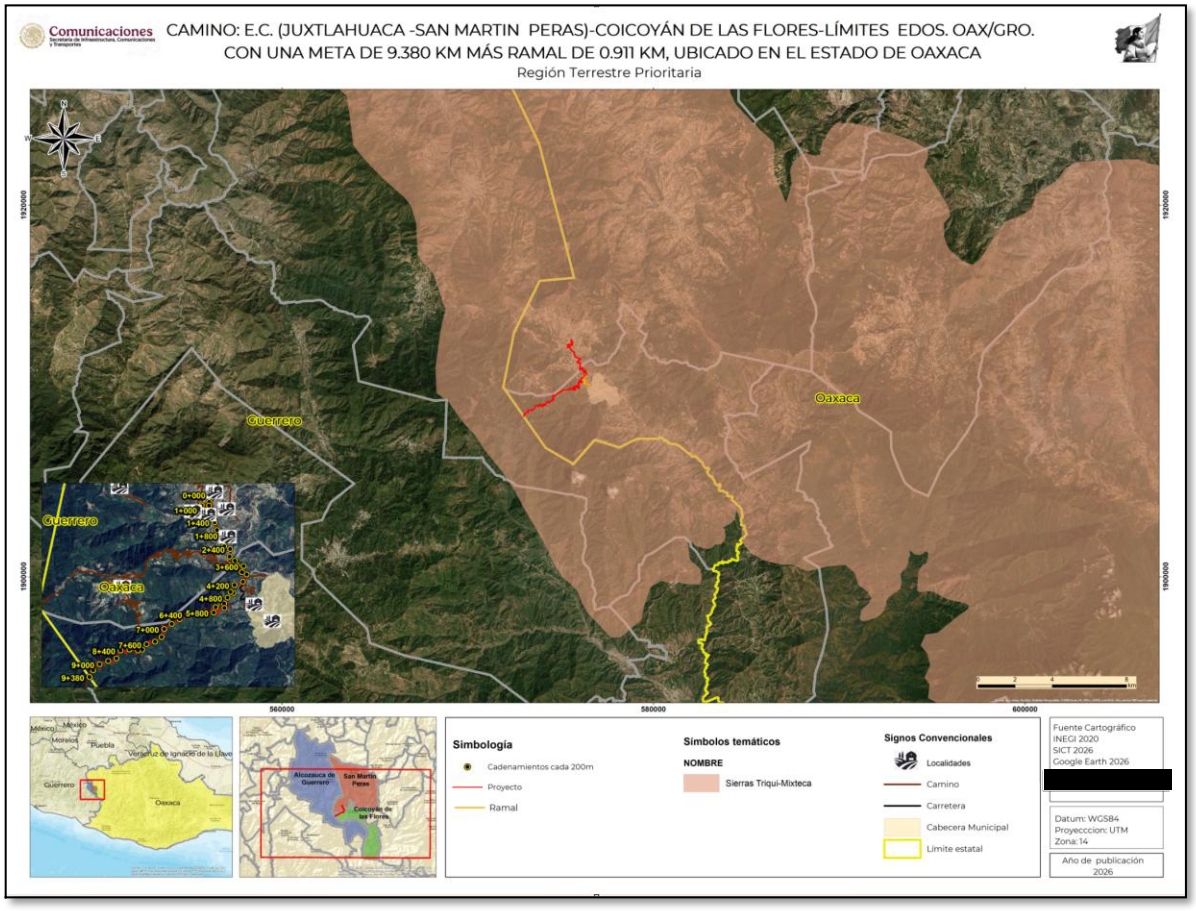
Esta región representa un área de relevancia biológica, destacando la presencia de especies de distribución restringida, como el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), cuya ocurrencia en la vertiente del Pacífico es limitada.

La RTP abarca porciones de los estados de Oaxaca y Guerrero, incluyendo los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras, donde se localiza el proyecto. Entre las localidades de referencia se encuentran Tlapa de Comonfort (Guerrero), Heroica Ciudad de Tlaxiaco, Putla Villa de Guerrero y Santiago Juxtlahuaca (Oaxaca). En cuanto a sus características edáficas, predominan los suelos tipo Leptosol lítico y Regosol éutrico.

Desde el punto de vista ambiental, la región presenta procesos de transformación asociados al cambio de uso de suelo, principalmente por la expansión de actividades agrícolas y pecuarias, lo que ha generado la pérdida de cobertura vegetal original, particularmente en la porción oriental. Asimismo, aunque se conservan fragmentos de bosque de pino, se observa una disminución en la conectividad ecológica entre distintos sectores de la región.

En este contexto, el proyecto considera la aplicación de medidas de manejo ambiental orientadas a la prevención y mitigación de impactos, incluyendo acciones de rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación y restauración de áreas intervenidas, así como la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental. Estas acciones buscan reducir la afectación sobre los elementos ecológicos de la región y mantener la funcionalidad de los ecosistemas presentes

FIGURA II-5 MAPA DE LA RTP SIERRA TRIQUI-MIXTECA, CON RELACIÓN AL PROYECTO



II.3.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL, FORESTAL, DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y DEMÁS APLICABLES.

En el **Cuadro II-26** se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, las cuales establecen criterios y lineamientos para la prevención, control y mitigación de impactos ambientales durante las diferentes etapas del proyecto.

Las medidas aquí descritas serán incorporadas en los programas ambientales y en los instrumentos contractuales, a fin de garantizar su cumplimiento por parte del Centro SICT Oaxaca y sus contratistas.

CUADRO II-26 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Norma	Etapa / Actividad	Medidas y propuestas
NOM-002-STPS-2010	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto por la operación de la maquinaria y los medios de transporte.	Implementación de programa de prevención y combate de incendios, brigadas y capacitación. Su cumplimiento será obligatorio para contratistas mediante cláusulas contractuales y supervisión en sitio.
NOM-011-STPS-2001	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto dado que todos los trabajadores se expondrán al ruido.	Control de niveles de exposición a ruido, programa de conservación auditiva y uso de EPP. Se verificará su cumplimiento mediante supervisión ambiental y de seguridad.
NOM-017-STPS-2024	La norma será aplicable durante las fases de preparación del sitio y construcción del proyecto dado que los trabajadores estarán expuestos a diferentes tipos y grados de riesgo laboral.	Identificación de riesgos por actividad y dotación obligatoria de EPP. Su cumplimiento será exigido contractualmente y verificado en campo.
NOM-041-SEMARNAT-2015	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto por la operación de la maquinaria y los medios de transporte.	Mantenimiento y verificación de vehículos a gasolina. Se controlará mediante bitácoras de mantenimiento y supervisión ambiental.
NOM-045-SEMARNAT-2017	La norma será aplicable durante la construcción proyecto, por la operación de maquinaria y medios de transporte.	Control de emisiones de maquinaria a diésel mediante mantenimiento preventivo. Se prohíbe mantenimiento en sitio y se verificará mediante supervisión.
NOM-025-SSA1-2014	La norma será aplicable para medir la producción de PM10 y PM2.5 de los vehículos, maquinaria y equipo de combustión	Control de partículas (PM10 y PM2.5) mediante riego de caminos y manejo de materiales. Se verificará mediante inspecciones del PVA.
NOM-050-SEMARNAT-2018	La norma será aplicable durante las actividades de preparación, construcción y operación del Proyecto, en el transporte de materiales.	Control de emisiones en vehículos con combustibles alternos mediante mantenimiento. Cumplimiento obligatorio en contratos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	La norma será aplicable durante las diferentes etapas del proyecto, ya que se generarán mínimas cantidades de residuos peligrosos como son: aceites usados y estopa impregnada de aceite, latas vacías de pintura, etc.	Identificación, almacenamiento temporal y disposición de residuos peligrosos mediante empresa autorizada, con control documental y seguimiento a través del PVA.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Previo al desarrollo del proyecto, se requerirá la aplicación de programas de rescate especies de	Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de flora y fauna, con supervisión y registro de

Norma	Etapa / Actividad	Medidas y propuestas
	flora y fauna que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-20010. Durante el desarrollo del proyecto, se implementarán medidas de protección a la flora y fauna.	acciones para garantizar la protección de especies en riesgo.
NOM-080-SEMARNAT-1994	La norma será aplicable durante la construcción y por la operación de medios de transporte.	Control de emisiones de ruido mediante mantenimiento de maquinaria. Verificación mediante supervisión ambiental.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	La norma será aplicable durante la construcción y por la operación de medios de transporte.	Prevención de contaminación de suelos por hidrocarburos y aplicación de medidas de contención y remediación en caso necesario, bajo supervisión del PVA.
NOM-161-SEMARNAT-2011	La norma será aplicable desde los trabajos de organización, preparación del sitio. Y a lo largo de la construcción	Identificación y manejo de residuos de manejo especial mediante plan de manejo y control en sitio. Cumplimiento supervisado por el PVA.

El Centro SICT Oaxaca garantizará el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas mediante la incorporación de dichas disposiciones en los contratos de obra, estableciendo obligaciones específicas para los contratistas en materia ambiental, de seguridad e higiene.

Asimismo, se implementará un esquema de supervisión y seguimiento a través del Programa de Vigilancia Ambiental, el cual permitirá verificar el cumplimiento de las medidas establecidas, así como aplicar acciones correctivas en caso de incumplimiento.

El incumplimiento de las disposiciones ambientales será sujeto a las sanciones contractuales correspondientes.

II.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Con base en el análisis desarrollado en el presente capítulo de la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional, se concluye que el proyecto presenta congruencia con el marco jurídico aplicable en materia ambiental, forestal y de ordenamiento territorial.

Se encuentra que es un **proyecto de oportunidad** para la política nacional y estatal, ya que resolverá las demandas de las localidades Coicoyán de las Flores, Barrio San José, Cerro Hidalgo, San Isidro Petlacala [Rancho], San José Petlacala, La Trinidad Petlacala, San

Antonio Petlacala, San Marcos Petlacala, San Isidro Petlacala y Guadaluoe Petlacala, sin contravenir los criterios y lineamientos establecidos en los instrumentos de planeación territorial vigentes.

Asimismo, se identifica que el proyecto es compatible con las políticas ambientales de carácter federal y estatal, al incorporar medidas orientadas a la prevención, mitigación y, en su caso, compensación de impactos ambientales, particularmente en lo relativo a la protección de la cobertura vegetal y el mantenimiento de los flujos hidrológicos.

El Centro SICT Oaxaca da cumplimiento a las disposiciones establecidas en la legislación aplicable, incluyendo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la legislación estatal correspondiente, así como los demás ordenamientos analizados en el presente capítulo, mediante la integración de estudios, programas y medidas ambientales específicas.

Finalmente, se establece que el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables será garantizado mediante su incorporación en los instrumentos contractuales, así como a través de la implementación y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, lo que permitirá verificar la correcta aplicación de las medidas de manejo ambiental durante todas las etapas del proyecto.

II.5 Material de consulta

Congreso del Estado libre y Soberano de Oaxaca. 1992. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca.

Congreso del Estado libre y Soberano de Oaxaca. 2013. *Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca*. Publicado el 28 de noviembre de 2013

Congreso del Estado libre y Soberano de Oaxaca. 2018. Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el estado de Oaxaca. Publicado el 10 de noviembre de 2018.
García Jiménez, 2005, MIXTECA BAJA OAXAQUEÑA Estudio socioeconómico, demográfico y cultural del municipio de Coicoyán de la Flores, Oax. Huajuapan de León, Oax.

Congreso del Estado libre y Soberano de Oaxaca. 2009. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Publicada en junio de 2009

CONABIO. 2000. Región Terrestre Prioritaria RTP-126 Sierras Triqui-Mixteca. Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_126.pdf

Dirección de Informática y Gaceta Parlamentaria. 2021. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca. Decreto 2763 aprobado por la LXIV Legislatura del estado el 22 de septiembre del 2021. Disponible en: https://www.congresooaxaca.gob.mx/docs66.congresooaxaca.gob.mx/legislacion_estatal/Ley_del_Equilibrio_Ecologico_y_Proteccion_al_Ambiente_(ref_dto_825_aprob_LXVI_Legis_30_sep_2025_PO_43_11a_secc_25_oct_2025).pdf

D.O.F. 2012. Ley General del Cambio climático. Publicado el 6 de junio de 2012.

D.O.F. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Publicado el 8 de octubre de 2003

D.O.F. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Publicado el 7 de septiembre de 2012. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5267334

D.O.F. 2016. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca.

D.O.F. 2021. Programa especial de cambio climático 2021-2024. Publicado el 8 de noviembre de 2021.

D.O.F. 2014. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Publicado el 28 de octubre de 2014. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131357/4._REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_DE_CAMBIO_CLIM_TICO_EN_MATERIA_DEL_REGISTRO_NACIONAL_DE_EMISIONES.pdf

García-Jiménez Ricardo. (2005). Mixteca Baja Oaxaqueña. Estudio socioeconómico, demográfico y cultural del municipio de Coicoyán de la Flores, Oax. Universidad Tecnológica de La Mixteca.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2017. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2023. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011. Plan Municipal de Desarrollo. San Martín Peras 2011-2013.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2024. Plan Municipal de Desarrollo 2023-2025. Coicoyán de las Flores. Dtto. Juxtlahuaca.

Gobierno del Estado de Oaxaca, 2024, Plan de Ordenamiento Territorial. Coicoyán de las Flores.

Gobierno del Estado de Oaxaca, 2024, Plan de Ordenamiento Territorial. San Martín Peras

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2024. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Oaxaca. Publicado en agosto de 2024

INAH. 2023. Cuadernos del sur. Revista de ciencias sociales Publicada en enero-junio 2023. Oaxaca, México. Año 28. ISSN:2448-8836

López Perez Blanca Estela y Martínez-Ojeda Enrique, 2023, EL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS SOCIALES EN LA POBREZA MUNICIPAL EL CASO DE COICOYÁN DE LAS FLORES, OAXACA, PERIODO 2012-2018, 2023 / 28 (54): 46-67 • CUADERNOSDELSUR Disponible en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_poerteo_160227.pdf

Periódico Oficial. 2015, Acuerdo administrativo.- que contiene el resumen del modelo de ordenamiento ecológico local del municipio de Santa María Tonameca, Pochutla, Oaxaca. Publicado el 2 de mayo de 2015

Región Sur Sureste. Estrategia de desarrollo. 2020. Estructura territorial, infraestructuras y conectividad.

SICT. 2026. Programa de trabajo 2026.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO

E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. *CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM*, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

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

ÍNDICE

III Descripción de la Región Ecológica (RE) y señalamientos de tendencias del desarrollo y deterioro de la región. 1
III.1 Delimitación de la Región Ecológica, del AI y AP 2
III.1.1 Definición de la RE del proyecto 2
III.1.1 Delimitación del Área del Proyecto y Área de Influencia. 9
III.2 Caracterización de la Región Ecológica, del AI y del AP. 11
III.2.1 Medio Abiótico 13
III.2.1.1 Clima 13
III.1.1.1 Temperatura 14
III.2.1.2 Precipitación y evaporación 16
III.1.1.2 Climograma 19
III.2.1.3 Fenómenos hidrometeorológicos 21
III.2.1.4 Geomorfología y Orografía 23
III.1.1.3 Relieve terrestre 25
III.1.1.4 Hipsometría y pendiente 26
III.1.1.5 Geología 29
III.1.1.5.1 Geología y litología 29
III.1.1.5.2 Riesgos geológicos 31
III.1.1.5.2.1 Sismos 31
III.1.1.5.2.2 Inestabilidad de laderas en la RE 33
III.1.1.6 Suelo 35
III.1.1.6.1 Edafología 35
III.1.1.6.2 Usos de suelo 37
III.1.1.6.3 Erosión 38
III.2.1.5 Hidrología 40
III.1.1.6.4 Disponibilidad hídrica y red superficial 41
III.1.1.6.5 Aguas subterráneas 44
III.1.1.6.6 Calidad de Agua 47
III.2.2 Medio Biótico 48
III.1.1.7 Métodos de estudio del componente biótico 49

III.2.2.1 Métodos de medición de la biodiversidad de flora 50
III.1.1.8 Caracterización de la flora 54
III.1.1.8.1 Métodos de campo 56
III.1.1.8.2 Tipos de vegetación y Listado de especies potenciales y registradas en campo de flora, en el RE, AP y en el AI. 61
III.1.1.8.2.1 Tipos de vegetación en la RE 61
III.1.1.8.2.2 Especies potenciales de flora en el RE 61
III.1.1.8.2.3 Listado de especies identificadas en el RE por tipo de vegetación 62
III.1.1.8.3 Descripción de las comunidades de vegetación encontradas en la RE 65
III.1.1.8.3.1 Bosque mesófilo de montaña 66
III.1.1.8.3.2 Bosque de pino-encino 67
III.1.1.8.3.3 Encinar 69
III.1.1.8.3.4 Vegetación secundaria 70
III.1.1.8.4 Análisis de diversidad por tipo de cubierta vegetal en la RE 71
III.1.1.8.4.1 Diversidad del Bosque mesófilo 71
III.1.1.8.4.2 Diversidad en el Bosque de Pino- Encino de la RE 79
III.1.1.8.4.3 Diversidad en el Encinar 83
III.1.1.8.5 Diversidad de la Vegetación Secundaria del 87
III.1.1.8.6 Descripción de la comunidades de vegetación encontradas en el AP y el AI 92
III.1.1.8.6.1 Bosque mesófilo en e l AP y AI 94
III.1.1.8.6.2 Encinares del AI y AP 97
III.1.1.8.6.3 Vegetación secundaria en el AI y AP 102
III.1.1.8.6.4 Análisis de acumulación de especies de flora registradas en el campo 106
III.1.1.8.6.5 Resultados de eficiencia de muestreo en la RE 106
III.1.1.8.6.6 Resultados de eficiencia de muestreo en el AI y AP 109
III.1.1.8.7 Comparativo florístico entre la RE y el AI/AP 113
III.1.1.9 Caracterización de la fauna 116
III.1.1.9.1 Listados potenciales de Fauna 117
III.1.1.9.1.1 Anfibios y Reptiles potenciales de la RE 118

III.1.1.9.1.2 Listado de especies de aves potenciales para la RE 120
III.1.1.9.1.3 Mamíferos potenciales para la RE 126
III.1.1.9.2 Listados potenciales del AP y AI 126
III.1.1.9.2.1 Anfibios y Reptiles potenciales del AP y AI 126
III.1.1.9.2.2 Aves potenciales del AP y AI 129
III.1.1.9.2.3 Mamiferos potenciales del AP y AI 133
III.1.1.9.3 Métodos de muestreo en campo y resultados 135
III.1.1.9.3.1 Registro de herpetofauna y resultados en la RE 135
III.1.1.9.3.2 Registro de especies de avifauna y resultados en la RE. 137
III.1.1.9.3.3 Registro de especies de mamíferos y resultados en la RE 141
III.1.1.9.4 Resultados de trabajos de campo para el Área del Proyecto y Área de Influencia. 143
III.1.1.9.4.1 Listado de anfibios en el AI y AP 143
III.1.1.9.4.2 Listado de reptiles s en el AI y AP 144
III.1.1.9.4.3 Nombre común 144
III.1.1.9.4.4 Listado de aves registradas en el AP y el AI 145
III.1.1.9.4.5 Listado de mamíferos registrados en el AP 146
III.1.1.9.5 Índices de diversidad y eficiencia de muestreo de fauna 147
III.1.1.9.5.1 Riqueza de especies 147
III.1.1.9.5.2 Abundancia Absoluta 147
III.1.1.9.5.3 Índices de Diversidad 153
III.1.1.9.6 Indices de efectividad de muestreo 161
III.1.1.9.6.1 Herpetofauna 161
III.1.1.9.6.2 Avifauna 162
III.1.1.9.6.3 Mastofauna 164
III.1.1.9.7 Estacionalidad de aves registradas en campo. 164
III.2.3 Medio socioeconómico 165
III.1.1.10 Demografía y estructura poblacional 166
III.1.1.10.1 Demografía 166
III.1.1.10.2 Estructura demográfica 167
III.2.3.1.1 Natalidad y mortalidad 170
III.1.1.10.3 Migración 171

III.2.3.2 Cultura 172
III.1.1.10.4 Festividades y tradiciones 174
III.1.1.10.5 Inmuebles Catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) 176
III.1.1.11 Infraestructura y equipamiento 179
III.1.1.11.1 Vías de comunicación y transporte 179
III.2.3.2.1 Vivienda 180
III.2.3.2.2 Salud y seguridad social 181
III.1.1.11.2 Educación y escolaridad 182
III.2.3.3 Actividades económicas 185
III.2.3.3.1 Actividades primarias 186
III.2.3.3.2 Actividades secundarias 187
III.2.3.3.3 Actividades terciarias 187
III.2.3.3.4 Pobreza, rezago social y marginación 188
III.1.2 Paisaje 191
III.1.2.1 Marco conceptual breve. 191
III.1.2.1.1 Fundamentos utilizados 192
III.1.2.1.1.1 Valor escénico del paisaje 192
III.1.2.1.1.2 Visibilidad 193
III.1.2.2 Método de valoración 195
III.1.2.3 Valoración las Unidades de Paisaje de la RE 199
III.1.2.3.1 Unidades de paisaje y su descripción 199
III.1.2.3.2 Matriz de valoración intrínseca del paisaje en la RE 202
III.1.2.3.3 Valor de uso de suelo en la RE 205
III.1.2.3.4 Valor intrínseco por pendiente en la RE 206
III.1.2.3.5 Valoración por integridad ecológica 207
III.1.2.3.6 Valoración por visibilidad y horizonte escénico en la RE 208
III.1.2.3.7 Valoración por transformación antrópica 213
III.1.2.4 Valoración definitiva de las unidades de paisajes de RE 214
III.1.2.5 Unidades de paisaje donde incidirá el Proyecto 220
III.2 Diagnóstico Ambiental del RE 222
III.2.1 Calidad Ambiental de la RE 222

III.2.1.1 Calidad del aire de la RE 222
III.2.1.2 Calidad del agua de la RE 223
III.2.1.3 Presencia de cuerpos de agua permanentes y problemática de uso en la RE 224
III.2.1.4 Calidad del suelo en la RE 226
III.2.1.5 Conclusión de la calidad ambiental de la RE 229
III.2.2 Grado de conservación versus impactos ambientales existentes 230
III.2.2.1 Fragmentación ecosistémica 231
III.2.2.2 Perturbación Ecológica 235
III.2.2.3 Conectividad ecológica 236
III.2.2.3.1 Conclusion de la conectividad 239

FIGURAS

Figura III-1Proceso de integración de información. 1
Figura III-2 Mapa de ubicación de la Región Ecológica 6
Figura III-3 Delimitación del Área de Proyecto y Área de Influencia. 10
Figura III-4 Se muestra RE con respecto de los municipios Coicoyán de las Flores y San Martín Peras. 12
Figura III-5 Climas encontrados en el RE. 13
Figura III-6 Temperaturas normales de las estaciones de Coicoyán de las Flores (CFE) y San Martín Peras. Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA. 16
Figura III-7 Precipitación pluvial y evaporación meteorológica Coicoyán de las Flores (CFE) 20018. 17
Figura III-8 Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA de precipitación pluvial y evaporación meteorológica San Martín Peras 20373. 19
Figura III-9 Climograma correspondiente a la estación Coicoyán de las Flores (CFE). Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA. 20
Figura III-10 Climograma correspondiente a la estación San Martín Peras. 21
Figura III-11 Mapa de Provincias Fisiográficas. 24
Figura III-12 Mapa de Sistemas de Topoformas dentro de la Zona de la RE. Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano. 26
Figura III-13 Mapa de pendientes y altitudes de la RE del proyecto. Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano. 27
Figura III-14 Fotografías que ilustran las características del relieve 28
Figura III-15 Mapa de altitudes de la RE del proyecto. 28
Figura III-16 Mapa Litológico de la RE. 30
Figura III-17 Mapa de Regionalización sísmica del RE. 32
Figura III-18 Peligro de susceptibilidad de laderas dentro del RE. 34
Figura III-19 Mapa edafológico del RE 35

Figura III-20 Fotografías del suelo encontrado en el RE, en donde se puede observar suelo del tipo Leptosol. 36
Figura III-21 Usos de suelo y vegetación en la RE (INEGI, Serie VII). 38
Figura III-22 Tipos de erosión potencial en el RE. Elaboración propia con datos de INEGI 39
Figura III-23 Cuenca y subcuencas presentes en la RE. Elaboración propia con datos del INEGI. 41
Figura III-24 Corrientes de agua superficial en la RE. 42
Figura III-25 Acuífero donde se localiza la RE. 45
Figura III-26 Localización de los sitios de muestreo de los sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia del Proyecto (AI) y Área del Proyecto (AP) 59
Figura III-27Localización de los sitios de muestreo en la RE 60
Figura III-28 Fotografía de Bosque mesófilo en la RE 67
Figura III-29 Fotografía de vegetación de pino encino del RE 68
Figura III-30 Levantamiento de información florística en sitio de muestreo con presencia de encinar y epífitas dentro de la RE. 69
Figura III-31 Encinares de la RE 70
Figura III-32 Panorámica que muestra cambios de uso de suelo y efectos de erosión 71
Figura III-33 Bosque mesófilo de montaña. Estrato arbóreo y sotobosque 72
Figura III-34Elementos epífitos del bosque mesófilo de montaña. Epidendrum aff. eximium, Prosthechea aff. ghiesbreghtiana, Phlebodium aureum, Dryopteris wallichiana, Tillandsia prodigiosa y T. utriculata 74
Figura III-35 Panorámicas del bosque de pino encino presente en la RE 80
Figura III-36Panorámicas de los encinares de la RE 83
Figura III-37Vegetación secundaria registrada en la RE. 87
Figura III-38 Panorámica del Bosque mesófilo de montaña distribuido en el área del proyecto 94
Figura III-39 Panorámicas de encinares 98
Figura III-40 Vegetación secundaria a lo largo del eje del proyecto 102
Figura III-41 Curva de acumulación CHAO1 de las especies para la RE 107
Figura III-42 Curva de acumulación CHAO2 de las especies para la RE 108
Figura III-43 Curvas de acumulación JAck1 para la RE 108
Figura III-44 Curvas de acumulación JAck2para la RE 109
Figura III-45Curvas de acumulación Bootstrap para la RE 109
Figura III-46 Curva de acumulación de CHAO1 para el AP y AI 111
Figura III-47 Curva de acumulación de CHAO2 para el AP y AI 111
Figura III-48 Curva de acumulación de Jack1 para el AP y AI 112
Figura III-49 Curva de acumulación de Jack2 para el AP y AI 112
Figura III-50 Curva de acumulación de Bootstrap para el AP y AI 113
Figura III-51 Búsqueda de organismos con ayuda de un gancho herpetológico. 136
Figura III-52 Muestreo de avifauna con ayuda de cámara réflex y telefoto. 138
Figura III-53Programación y colocación de cámaras trampa. 142
Figura III-54 Colocación de trampas de captura viva tipo Sherman. 142
Figura III-55Curva de acumulación de especies para el grupo de herpetofuana. 162
Figura III-56Curva de acumulación de especies para el grupo de avifauna. 163

Figura III-57Pirámides poblacionales de cada localidad del RE. 169
Figura III-58 Los 21 inmuebles catalogados por el INAH localizados en Coicoyán de las Flores. 177
Figura III-59 Mapa de infraestructura dentro del RE 179
Figura III-60 Actividades terciarias. 188
Figura III-61Modelo de estudio del paisaje adoptado en esta MIA Regional tomado de Montoya et. al. 2003. 193
Figura III-62 Imagen que muestra las Unidades de Paisaje dentro de la RE 196
Figura III-63Mapa de las UP en la RE 197
Figura III-64Fotografías de las unidades de paisaje donde incide el Proyecto. 221
Figura III-65 Formación de cárcavas y denudación de suelo por la brecha agrícola 228
Figura III-66 Mapa de ïndice de impacto humano 231
Figura III-67 Mapa de cobertura d evegetacio prmaria y secundaria 232
Figura III-68Fotografías que muestran transformaciones en la RE 233
Figura III-69 Perdida de cobertura Arborea 235
Figura III-70 Mapa de Corredor Bioclimático y Ruta de Costo 238
Figura III-71 Estabilidad climática 238

CUADROS

Cuadro III-1 Coordenadas UTM del RE, zona 14 con datum en WGS84. 6
Cuadro III-2 Definición de AP y AI. 9
Cuadro III-3Superficie y porcentaje del clima encontrado en el AP, AI y RE 14
Cuadro III-4 Temperaturas normales de las estaciones de Coicoyán de las Flores (CFE) y San Martín Peras. 15
Cuadro III-5 Datos mensuales de precipitación pluvial y evaporación meteorológica en la estación Coicoyán de las Flores (CFE), clave 20018 17
Cuadro III-6 Datos de precipitación pluvial y evaporación meteorológica San Martín Peras 20373. 18
Cuadro III-7 Promedio de las precipitaciones media anual y temperatura media normal de la estación meteorológica Coicoyán de las Flores (CFE) 20
Cuadro III-8 Promedio de las precipitaciones media anual y temperatura media normal de la estación meteorológica San Martín Peras 20
Cuadro III-9 Registro de fenómenos hidrometeorológicos en el municipio de Coicoyán de las Flores. 22
Cuadro III-10 Registro de fenómenos hidrometeorológicos en el municipio de San Martín Peras. 22
Cuadro III-11 Provincias y subprovincias del RE 24
Cuadro III-12 Unidades geomorfológicas que forman parte de la RE 25
Cuadro III-13 Litología existente en la RE. 30
Cuadro III-14 Eventos sísmicos en la RE 33
Cuadro III-15 Eventos de inestabilidad de laderas 34
Cuadro III-16 Edafología del ER. 36
Cuadro III-17 Usos de suelo y vegetación presentes en el RE (INEGI, Serie VII) 37

Cuadro III-18 Erosión en el RE, AP y AI....40
Cuadro III-19 Corrientes de agua en la RE. 43
Cuadro III-20 Acuíferos de la RE....45
Cuadro III-21 Coordenadas UTM (Zona 14 WGS84) de los sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia del Proyecto (AI) y la Región Ecológica....57
Cuadro III-22 Resumen de registros acorde a los taxones florísticos 62
Cuadro III-23 Resumen de las especies registradas en campo según su importancia 62
Cuadro III-24 Listado de especies de flora registradas en campo en la RE....63
Cuadro III-25Principales especies por IVI en el bosque mesófilo de montaña 73
Cuadro III-26 Índices de diversidad del Bosque Mesófilo en la RE del proyecto....75
Cuadro III-27Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en el bosque mesófilo de montaña de la RE.....77
Cuadro III-28 Índices de diversidad del Bosque de pino encino de la RE del proyecto 81
Cuadro III-29 Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en el bosque de pino-encino de la RE. 82
Cuadro III-30 Índices de diversidad los encinares de la RE del proyecto....84
Cuadro III-31 Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en los encinares de la RE. 85
Cuadro III-32 Índices de diversidad de la Vegetación Secundaria en la RE del proyecto 88
Cuadro III-33 Índices de diversidad la vegetación secundaria de la RE del proyecto 89
Cuadro III-34 Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en la zonas con cubierta de vegetacion secundaria de la RE. 89
Cuadro III-35 Resumen de tipo de especies registradas en el AP y AI....92
Cuadro III-36 Registros de especies de flora en el AI y el AP....93
Cuadro III-37 Índices de diversidad del Bosque mesófilo en el AI y AP....95
Cuadro III-38 Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en el Bosque Mesófilo de la AI y AP.....97
Cuadro III-39 Índices de diversidad en los encinares del AI y AP 99
Cuadro III-40 Índice de diversidad Shannon-Wiener y altura promedio de las especies registradas en los encinares del AI y AP. 100
Cuadro III-41 Índices de diversidad de la vegetación secundaria en el AI y AP 103
Cuadro III-42....105
Cuadro III-43 Cálculos de estimadores de eficiencia para l RE....106
Cuadro III-44 Curvas de acumulación de especies y eficiencia de muestreo en el AP y AI 110
Cuadro III-45Comparativo general de riqueza florística entre la RE y el AI/AP....113
Cuadro III-46Comparativo de curvas de acumulación y eficiencia de muestreo 114
Cuadro III-47 Comparativo de diversidad por comunidad vegetal 115
Cuadro III-48 Listado potencial de especies de anfibios para el AP....118
Cuadro III-49Listado potencial de especies de reptiles para el AP 118
Cuadro III-50 Especies potenciales de aves en la RE....121
Cuadro III-51 Listado potencial de especies de anfibios para el AI y AP....127
Cuadro III-52Listado potencial de especies de reptiles para el AI y AP. 127
Cuadro III-53 Listados de aves potenciales del AI y AP 129
Cuadro III-54 Listado de mamíferos potenciales....133

Cuadro III-55Especies de anfibios registradas en la RE. 136
Cuadro III-56 Especies de reptiles registradas en la RE. 137
Cuadro III-57 Especies de aves registrada en la RE 139
Cuadro III-58Especies de mamíferos registradas en la RE. 143
Cuadro III-59 Especies de reptiles registradas en el AP. 144
Cuadro III-60Especies de reptiles registradas en el AP. 144
Cuadro III-61 Listado de especies de aves registradas en el AP y el AI 145
Cuadro III-62Listado de especies de mamíferos registradas en el AP. 146
Cuadro III-63Especies potenciales y registradas en campo en la RE, AI y AP. 147
Cuadro III-64 Abundancia de herpetofauna para la RE. 148
Cuadro III-65Abundancia de herpetofauna para el AP 148
Cuadro III-66 Abundancia Absoluta de aves en la RE 149
Cuadro III-67Abundancia de avifauna registrada en el AP. 150
Cuadro III-68 Abundancia de mastofauna registrada en la RE 152
Cuadro III-69 Abundancia de mastofauna registrada en el AP 153
Cuadro III-70Índice de diversidad de herpetofauna en la RE 153
Cuadro III-71Índice de diversidad de herpetofauna en el AP. 154
Cuadro III-72 Índice de diversidad de avifauna en la RE. 155
Cuadro III-73 Índice de diversidad de avifauna en el AP 157
Cuadro III-74 Índice de diversidad de mastofauna en la RE 160
Cuadro III-75 Índice de diversidad de mastofauna en el AP 160
Cuadro III-76Estimadores de muestreo para herpetofauna 161
Cuadro III-77 Estimadores de muestreo para avifauna 163
Cuadro III-78 Estimadores de muestreo para mastofauna 164
Cuadro III-79Localidades dentro del RE 166
Cuadro III-80 Número de habitantes en el RE 167
Cuadro III-81 Fecundidad en el AP y AI por colonia en el año 2020. 170
Cuadro III-82Datos de migración en los municipios comprendidos dentro de la RE. 171
Cuadro III-83 Actividades asociadas a la migración en localidades de la RE. 172
Cuadro III-84 Población indígena dentro del RE 173
Cuadro III-85 Festividades de las localidades del RE. 174
Cuadro III-86 Número de viviendas dentro del RE 180
Cuadro III-87 Población derechohabiente dentro del RE 182
Cuadro III-88 Promedio de escolaridad dentro del RE 183
Cuadro III-89 Nivel de educación dentro del RE 184
Cuadro III-90 Población económicamente activa por sector 186
Cuadro III-91 Indicadores de marginación de las localidades dentro del RE. 189
Cuadro III-92Valoración intrínseca de las unidades de paisaje de la RE. 203
Cuadro III-93Valoración intrínseca por tipo de uso de suelo y vegetación en la RE. 205
Cuadro III-94Valoración intrínseca por rangos de pendiente en la RE. 207
Cuadro III-95Valoración intrínseca según integridad ecológica en la RE 208
Cuadro III-96Interpretación de visibilidad por punto de observación dentro de la RE. . 209
Cuadro III-97Valoración intrínseca por visibilidad y horizonte escénico en la RE. 212
Cuadro III-98Valoración por grado de transformación antrópica en la RE. 213
Cuadro III-99 Unidades de Paisaje dentro de la RE 215

Cuadro III-100Matriz integrada de valoración de unidades de paisaje de la RE. 217
Cuadro III-101Unidades de paisaje donde incide el Proyecto. 220
Cuadro III-102 Índice de Impacto Humano para el tramo carretero.....234

III DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

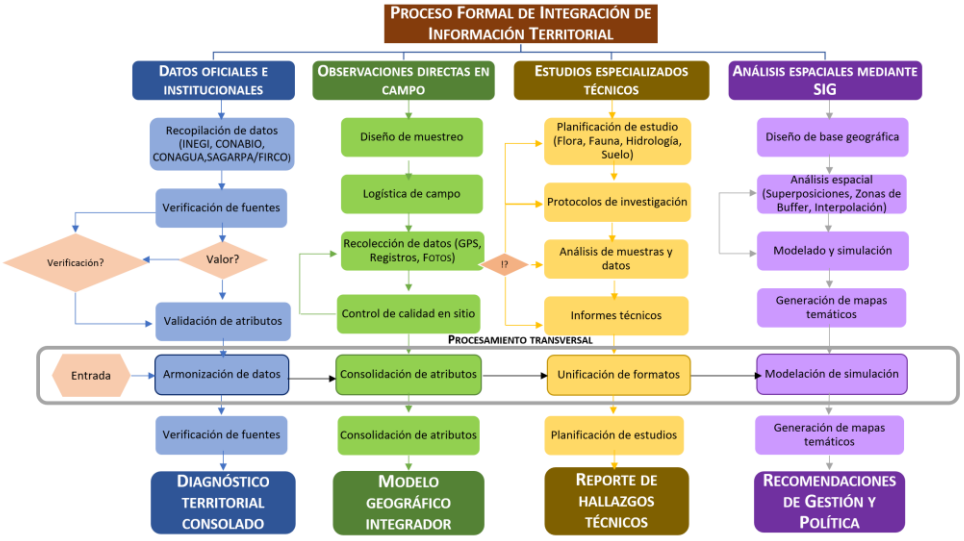
El presente capítulo tiene por objeto caracterizar las condiciones ambientales de la Región Ecológica (RE), del Área de Influencia (AI) y del Área del Proyecto (AP), con el propósito de establecer la línea base ambiental sobre la cual se evaluarán los posibles impactos derivados de la ejecución del proyecto.

La caracterización se integra a partir del análisis de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del territorio, considerando información oficial disponible, recorridos de campo, análisis cartográfico y procesamiento de información geoespacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Asimismo, este capítulo permite identificar las tendencias de desarrollo y deterioro ambiental regional, así como los elementos de mayor sensibilidad ambiental que deberán considerarse en la identificación, valoración y manejo de los impactos ambientales del proyecto.

En este contexto, la delimitación de la RE, AI y AP constituye el marco territorial de referencia para el análisis ambiental de la presente MIA-R.

FIGURA III-1PROCESO DE INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN.



El capítulo se estructura en cuatro secciones, como marca la metodología de evaluación regional:

1. Delimitación y justificación del RE
2. Caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico
3. Diagnóstico ambiental y tendencias de desarrollo/deterioro
4. Conclusiones

A continuación, se describe la metodología empleada para la definición de la Región Ecológica (RE) y del Área del Proyecto (AP) y el Área de Influencia (AI) correspondiente a esta MIA-R.

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA, DEL AI Y AP

III.1.1 DEFINICIÓN DE LA RE DEL PROYECTO

La delimitación de la Región Ecológica (RE) se realizó con base en el enfoque de jerarquías territoriales propuesto por Fuentes Junco (2010), el cual permite analizar el territorio a partir de distintos niveles de organización espacial, integrando componentes físicos, ecológicos, hidrológicos y funcionales del paisaje.

Bajo este enfoque, el territorio se entiende como un sistema organizado en unidades de diferente escala, cuya delimitación responde a criterios fisiográficos, geomorfológicos e hidrológicos. En este sentido, la RE no se define únicamente como un polígono de referencia cartográfica, sino como una unidad territorial representativa del contexto ambiental en el que se inserta un proyecto como es el caso que nos ocupa.

Este enfoque plantea que el análisis ambiental debe realizarse:

- **Jerárquicamente**, desde unidades mayores (cuencas) hacia unidades menores (subcuencas, microcuencas y geoformas).
- **Sincrónicamente**, considerando la estructura actual del territorio.
- **Diacrónicamente**, reconociendo que el las unidades espacio temporales, son producto de procesos históricos de transformación.

En el análisis jerárquico se consideraron los tres niveles hidrológicos: **cuenca, subcuenca y microcuenca**, además este enfoque se vincula con varios principios de la teoría de la jerarquía espacial:

Principio de jerarquización: La idea central es que las ciudades, pueblos y áreas están organizados en diferentes niveles o jerarquías, donde cada nivel tiene funciones y servicios específicos. Los centros de mayor jerarquía ofrecen servicios más especializados y de mayor tamaño, mientras que los de menor jerarquía brindan servicios básicos y más localizados.

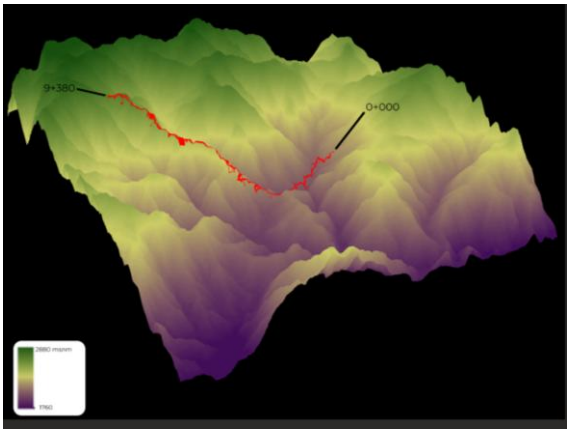
- **Jerarquización:** ciudades, pueblos y áreas rurales se organizan en distintos niveles, cada uno con funciones y servicios específicos.

- **Complementariedad:** los niveles inferiores dependen de los superiores para acceder a servicios que no pueden ofrecer localmente, generando una red interdependiente.
- **Centralización y dispersión:** ciertas funciones se concentran en centros de mayor tamaño, mientras que otras se dispersan para atender a las áreas rurales.
- **Optimización:** la organización jerárquica busca distribuir de manera eficiente recursos y servicios.
- **Escalabilidad:** permite analizar las funciones territoriales desde la escala local hasta la regional o nacional.

Bajo esa perspectiva, se consideró como unidad base la microcuenca “San Martín Peras”, debido a que constituye una unidad natural de integración hidrológica y fisiográfica. Posteriormente, dicha unidad fue ajustada mediante el análisis de curvas de nivel, parteaguas, cotas altitudinales y patrones de escurrimiento superficial, con el propósito de obtener un polígono congruente con la escala, trazo y área de incidencia del proyecto.

La secuencia metodológica que se realizó consistió en:

a) Análisis morfométrico del relieve. Como primer paso, se realizó un análisis morfométrico a partir de las curvas de nivel de las cartas topográficas E14D33 y E14D3 de INEGI, escala 1:50,000, con las cuales se generó un Modelo Digital de Elevación (MDE). Este insumo permitió identificar la configuración general del relieve, los gradientes altitudinales, las divisorias naturales y las condiciones topográficas que estructuran el área de estudio.



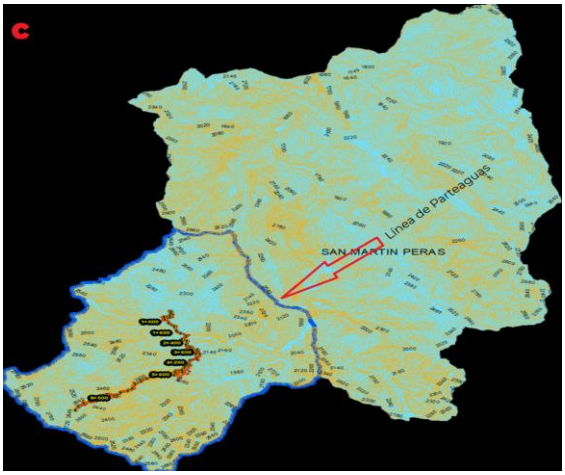
b) Identificación de la unidad hidrológica base.
Posteriormente, se llevó a cabo un análisis jerárquico por hidrografía, considerando las unidades definidas por el Fideicomiso



de Riesgo Compartido (FIRCO)[1]. A partir de esta revisión, se identificó que el proyecto se localiza dentro de la microcuenca "San Martín Peras", perteneciente a la subcuenca Zapotitlán y a la cuenca del río Tlapaneco. Por su correspondencia hidrológica y fisiográfica con el trazo del proyecto, dicha microcuenca se tomó como unidad territorial base para la delimitación inicial de la RE.

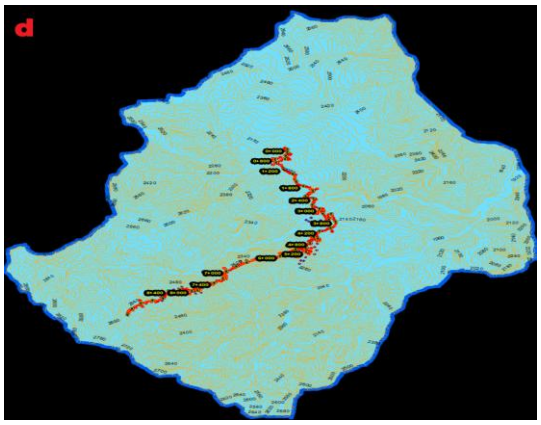
c) Ajuste fisiográfico mediante curvas de nivel y parteaguas.

Con base en la configuración de la microcuenca y considerando su amplitud respecto de la escala del proyecto, se realizó un primer ajuste del polígono mediante el análisis de curvas de nivel y la identificación de parteaguas. Este procedimiento permitió acotar la unidad inicial hacia un polígono más representativo de las condiciones fisiográficas directamente vinculadas con el área de incidencia del proyecto.



d) Segundo ajuste altitudinal y fisiográfico.

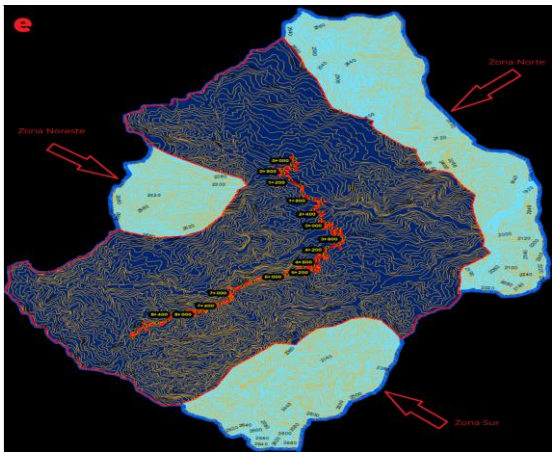
Una vez realizado el primer acotamiento, se observó que el polígono resultante aún incorporaba superficies con baja relación funcional respecto de la escala y trazo del proyecto. Por ello, se efectuó un segundo ajuste considerando el comportamiento del relieve, las curvas de nivel y los límites naturales definidos por el parteaguas, tomando como referencia el rango altitudinal comprendido entre las cotas **1,880 y 2,580 msnm**. Este ajuste permitió mejorar la correspondencia entre la RE y las condiciones fisiográficas del entorno inmediato y regional asociado al proyecto.



[1] El modelo de gestión territorial utiliza la cuenca como unidad básica de planeación **(Fideicomiso de Riesgo Compartido, s.f.)**.

e) Delimitación final de la Región Ecológica.

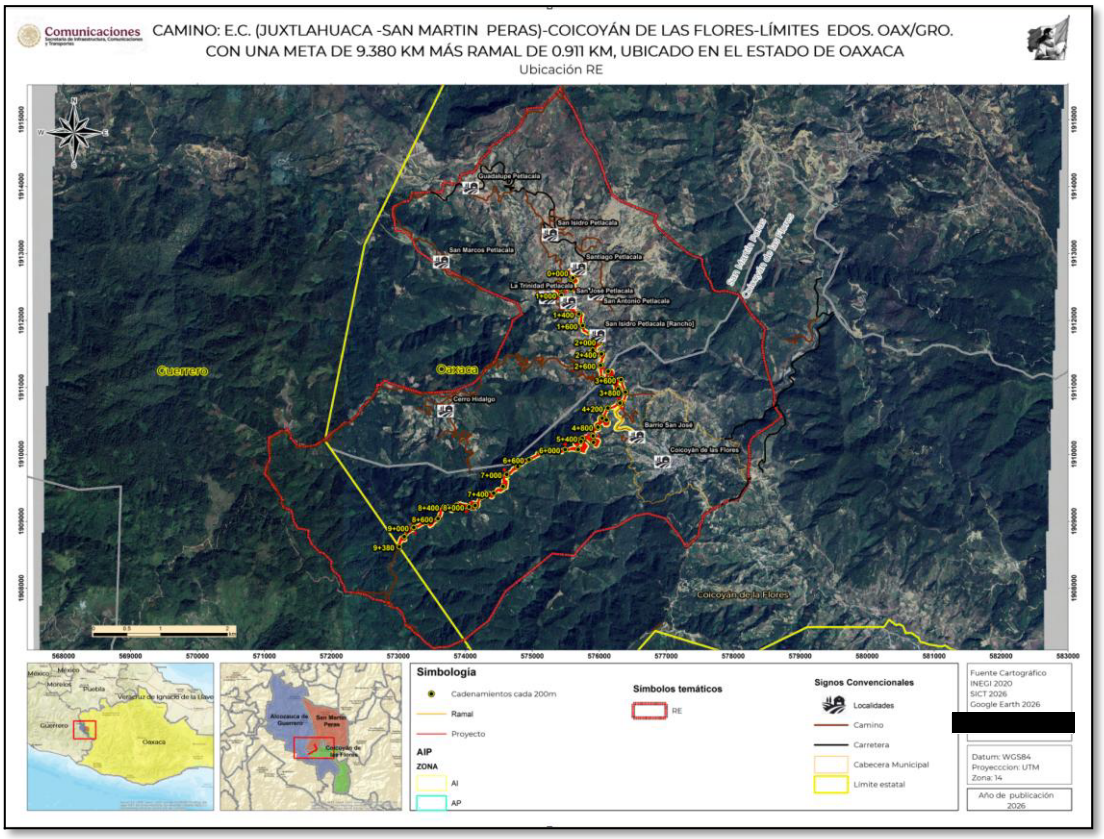
Finalmente, se realizó la delimitación definitiva de la RE mediante el ajuste del polígono en sus porciones norte, noreste y sur, conforme a los límites naturales definidos por el parteaguas y las cotas altitudinales representativas del área de estudio. En la zona norte, la delimitación siguió el parteaguas entre las cotas **2,100 y 2,600 msnm**; en la zona noreste, el ajuste se realizó siguiendo la cota **2,160 msnm**, hasta alcanzar la cota **2,680 msnm**; mientras que en la zona sur se siguió el parteaguas desde la cota **2,160 msnm** hasta la cota **2,680 msnm**.



Con este procedimiento se obtuvo un polígono final congruente con la configuración fisiográfica, hidrológica y altitudinal del territorio, el cual constituye la **Región Ecológica (RE)** de referencia para la caracterización ambiental y el análisis de impactos del proyecto (**Figura II-2**).

CAPÍTULO III
DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.
CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

FIGURA III-2 MAPA DE UBICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA



CUADRO III-1 COORDENADAS UTM DE LA RE, ZONA 14 CON DATUM EN WGS84.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	575489,1261	1915341,109	110	573201,8773	1907380,188	219	572450,3994	1910670,565
2	575600,2514	1915182,359	111	573177,4566	1907405,716	220	572476,5177	1910719,998
3	575716,6683	1914949,525	112	573128,0617	1907431,797	221	572502,0462	1910744,421
4	575774,8767	1914759,025	113	573103,6409	1907457,324	222	572527,5747	1910768,843
5	575944,2104	1914536,774	114	573104,7477	1907507,273	223	572553,1033	1910793,266
6	576081,794	1914182,232	115	573080,8802	1907557,774	224	572578,6318	1910817,688
7	576092,3773	1914108,149	116	573057,566	1907633,25	225	572604,1604	1910842,111
8	576198,2109	1913875,315	117	573033,1451	1907658,778	226	572630,242	1910891,509
9	576325,2111	1913785,356	118	573008,7242	1907684,305	227	572655,7707	1910915,932
10	576558,0449	1913684,814	119	572984,3032	1907709,833	228	572682,4054	1910990,305
11	576817,3371	1913584,273	120	572934,3547	1907710,94	229	572683,5013	1911039,793
12	576858,292	1913573,546	121	572859,9852	1907737,573	230	572733,2028	1911038,693
13	576852,7748	1913567,064	122	572861,0917	1907787,522	231	572758,7315	1911063,115
14	576823,1414	1913482,397	123	572811,1432	1907788,628	232	572784,2603	1911087,538
15	576882,4082	1913380,796	124	572761,7478	1907814,709	233	572802,5334	1911105,167

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
16	576956,4917	1913315,18	125	572612,4552	1907843,002	234	572895	1911057
17	577136,4087	1913162,779	126	572588,0341	1907868,53	235	573353	1910914
18	577312,0924	1913016,729	127	572538,6386	1907894,611	236	573833	1910945
19	577417,926	1912953,229	128	572439,2944	1907921,797	237	574137	1911072
20	577472,9594	1912946,879	129	572215,0785	1907951,749	238	574451,0001	1911407
21	577538,5762	1912919,362	130	572190,6571	1907977,276	239	574497	1911530
22	577540,6929	1912819,879	131	572191,763	1908027,225	240	574633	1911800
23	577587,2596	1912724,628	132	572167,8945	1908077,726	241	574691,4804	1911922,57
24	577591,493	1912671,712	133	572143,4731	1908103,253	242	574706	1912003
25	577659,2264	1912587,045	134	572120,1574	1908178,73	243	574849	1912096
26	577703,6765	1912457,928	135	572095,7359	1908204,257	244	574770	1912263
27	577775,6433	1912428,295	136	572071,3144	1908229,784	245	574288	1912458
28	577849,7268	1912440,477	137	572021,9184	1908255,864	246	573592	1912829
29	577899,4851	1912440,477	138	571998,6025	1908331,341	247	573277,337	1913052,109
30	578089,9855	1912384,914	139	572000,2611	1908406,264	248	573253,9201	1913101,656
31	578240,7983	1912142,82	140	571975,8394	1908431,792	249	573234,4814	1913142,786
32	578284,4546	1912079,319	141	571951,4178	1908457,319	250	573230,05	1913152,162
33	578478,9238	1911880,882	142	571926,9961	1908482,846	251	573231,1564	1913202,115
34	578435,2674	1911650,694	143	571902,5743	1908508,374	252	573206,7331	1913227,645
35	578455,1112	1911460,193	144	571878,1526	1908533,901	253	573182,3097	1913253,175
36	578514,6426	1911218,099	145	571828,2035	1908535,007	254	573157,8863	1913278,705
37	578613,8615	1910924,411	146	571803,7817	1908560,534	255	573108,4862	1913304,788
38	578617,2416	1910802,999	147	571779,3599	1908586,061	256	573059,0861	1913330,871
39	578598,5157	1910743,7	148	571754,938	1908611,589	257	572984,1563	1913332,53
40	578619,7671	1910712,285	149	571730,5162	1908637,116	258	572959,7327	1913358,06
41	578720,2243	1910563,783	150	571706,0943	1908662,643	259	572938,0746	1913508,473
42	578568,8823	1910436,518	151	571682,2251	1908713,145	260	572914,204	1913558,979
43	578548,2447	1910430,168	152	571658,3559	1908763,647	261	572916,9646	1913683,649
44	578427,5945	1910344,443	153	571660,5667	1908863,546	262	572942,4992	1913708,286
45	578284,7192	1910253,955	154	571561,2206	1908890,731	263	572993,0059	1913732,157
46	578233,9191	1910130,13	155	571511,2712	1908891,837	264	573043,5125	1913756,028
47	578246,6191	1909957,092	156	571486,8491	1908917,364	265	573094,0193	1913779,898
48	578232,3316	1909826,917	157	571462,9796	1908967,866	266	573143,9729	1913778,792
49	578224,3941	1909741,192	158	571438,5575	1908993,393	267	573169,5029	1913803,216
50	578232,3316	1909653,879	159	571415,7931	1909093,845	268	573194,7776	1913827,395
51	578249,7739	1909643,655	160	571416,8983	1909143,795	269	573196,6826	1913902,129
52	578249,745	1909642,356	161	571392,4761	1909169,322	270	573471,7312	1913921,003
53	578223,1034	1909567,986	162	571343,079	1909195,402	271	573646,7341	1913917,59
54	578197,0173	1909518,591	163	571293,1294	1909196,507	272	573673,2064	1913991,507
55	578170,6712	1909468,738	164	571269,2596	1909247,009	273	573674,3131	1914041,461
56	578145,1775	1909444,353	165	571245,3898	1909297,511	274	573699,8434	1914065,885
57	578119,2779	1909395,346	166	571270,9171	1909321,934	275	573799,1978	1914038,694

CAPÍTULO III
DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.
CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
58	578093,7842	1909370,961	167	571247,3073	1909372,894	276	573874,1287	1914037,034
59	578067,6802	1909321,567	168	571222,8849	1909398,421	277	573899,6591	1914061,457
60	578017,488	1909322,219	169	571199,015	1909448,924	278	573926,003	1914111,316
61	577892,0571	1909300,021	170	571174,5925	1909474,451	279	573927,1052	1914161,056
62	577866,5267	1909275,601	171	571150,17	1909499,979	280	573952,3804	1914185,235
63	577840,9964	1909251,181	172	571125,7475	1909525,506	281	574052,842	1914207,998
64	577790,4909	1909227,317	173	571101,8775	1909576,008	282	574102,796	1914206,891
65	577739,9856	1909203,452	174	571078,0073	1909626,511	283	574128,3266	1914231,315
66	577689,4802	1909179,588	175	571053,5848	1909652,038	284	574153,8572	1914255,738
67	577663,95	1909155,168	176	571029,1622	1909677,566	285	574179,9414	1914305,139
68	577613,4447	1909131,303	177	571004,7396	1909703,093	286	574206,0256	1914354,539
69	577587,9145	1909106,884	178	571032,4766	1909827,416	287	574232,1099	1914403,94
70	577562,3843	1909082,464	179	571058,5565	1909876,814	288	574257,9006	1914428,821
71	577537,1095	1909058,288	180	571084,6364	1909926,212	289	574283,4314	1914453,245
72	577535,1934	1908983,333	181	571063,5282	1910101,59	290	574308,9621	1914477,669
73	577509,8774	1908958,909	182	571066,8351	1910251,103	291	574334,4929	1914502,092
74	577481,0575	1908784,888	183	571117,0855	1910274,854	292	574359,7684	1914526,271
75	577455,2675	1908760,01	184	571167,5885	1910298,724	293	574361,1262	1914576,256
76	577429,7375	1908735,591	185	571193,1163	1910323,147	294	574386,4018	1914600,435
77	577404,2075	1908711,171	186	571243,6193	1910347,018	295	574411,9326	1914624,859
78	577378,6776	1908686,751	187	571293,5699	1910345,912	296	574462,4407	1914648,729
79	577353,1476	1908662,332	188	571344,3331	1910370,241	297	574512,9489	1914672,599
80	577327,6177	1908637,912	189	571368,2033	1910319,738	298	574538,4798	1914697,022
81	577302,3868	1908613,778	190	571392,6261	1910294,21	299	574564,0108	1914721,446
82	577193,9999	1908787	191	571391,521	1910244,259	300	574589,5417	1914745,869
83	576986	1909046	192	571415,9437	1910218,731	301	574615,0727	1914770,293
84	576722	1909118	193	571440,3664	1910193,204	302	574665,0273	1914769,185
85	576528	1909078	194	571464,7891	1910167,676	303	574690,5584	1914793,609
86	576259	1908917	195	571489,2117	1910142,148	304	574716,0894	1914818,033
87	575940	1908844	196	571588,56	1910114,962	305	574741,6205	1914842,456
88	575704	1908592	197	571763,9393	1910136,069	306	574767,1516	1914866,879
89	575627,3461	1908490,013	198	571789,4672	1910160,491	307	574792,6828	1914891,303
90	575302	1908520	199	571839,9704	1910184,361	308	574818,2139	1914915,727
91	574957	1908238	200	571865,4984	1910208,784	309	574844,559	1914965,585
92	574601	1907957	201	571916,0017	1910232,654	310	574871,0839	1915039,646
93	574345	1907513	202	571941,5298	1910257,076	311	574896,7291	1915064,387
94	574176	1907385	203	571967,0578	1910281,499	312	574922,8142	1915113,788
95	574006,9997	1907243,003	204	571992,5859	1910305,921	313	574923,9126	1915163,321
96	573746,003	1907125	205	572018,114	1910330,344	314	575074,0805	1915184,939
97	573703,4155	1907119,209	206	572043,6422	1910354,766	315	575149,0129	1915183,278
98	573595,9276	1907121,592	207	572094,1457	1910378,636	316	575174,5443	1915207,701
99	573545,426	1907097,725	208	572119,6739	1910403,058	317	575200,0758	1915232,125

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
100	573496,0315	1907123,806	209	572145,2021	1910427,481	318	575225,6073	1915256,548
101	573471,611	1907149,334	210	572170,7303	1910451,903	319	575251,1387	1915280,972
102	573422,2164	1907175,415	211	572196,2585	1910476,326	320	575276,6703	1915305,395
103	573397,7959	1907200,942	212	572271,1847	1910474,667	321	575302,2018	1915329,819
104	573373,3753	1907226,47	213	572296,713	1910499,09	322	575327,7333	1915354,242
105	573348,9547	1907251,997	214	572322,2414	1910523,512	323	575353,2649	1915378,666
106	573324,5341	1907277,525	215	572347,7697	1910547,935	324	575378,7965	1915403,089
107	573300,1135	1907303,052	216	572373,2981	1910572,357	325	575404,5882	1915427,971
108	573250,7187	1907329,133	217	572398,8265	1910596,78	326	575417,2787	1915463,403
109	573226,298	1907354,661	218	572424,6847	1910645,755	327	575489,1261	1915341,109

III.1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA.

En el **Cuadro III-2** se definen el Área del Proyecto (AP) y el Área de Influencia (AI). Estas áreas permiten identificar zonas críticas antes del inicio de las actividades del proyecto. En concordancia con la jerarquía de mitigación, se busca priorizar la modificación del diseño para evitar impactos ambientales, en lugar de compensarlos posteriormente.

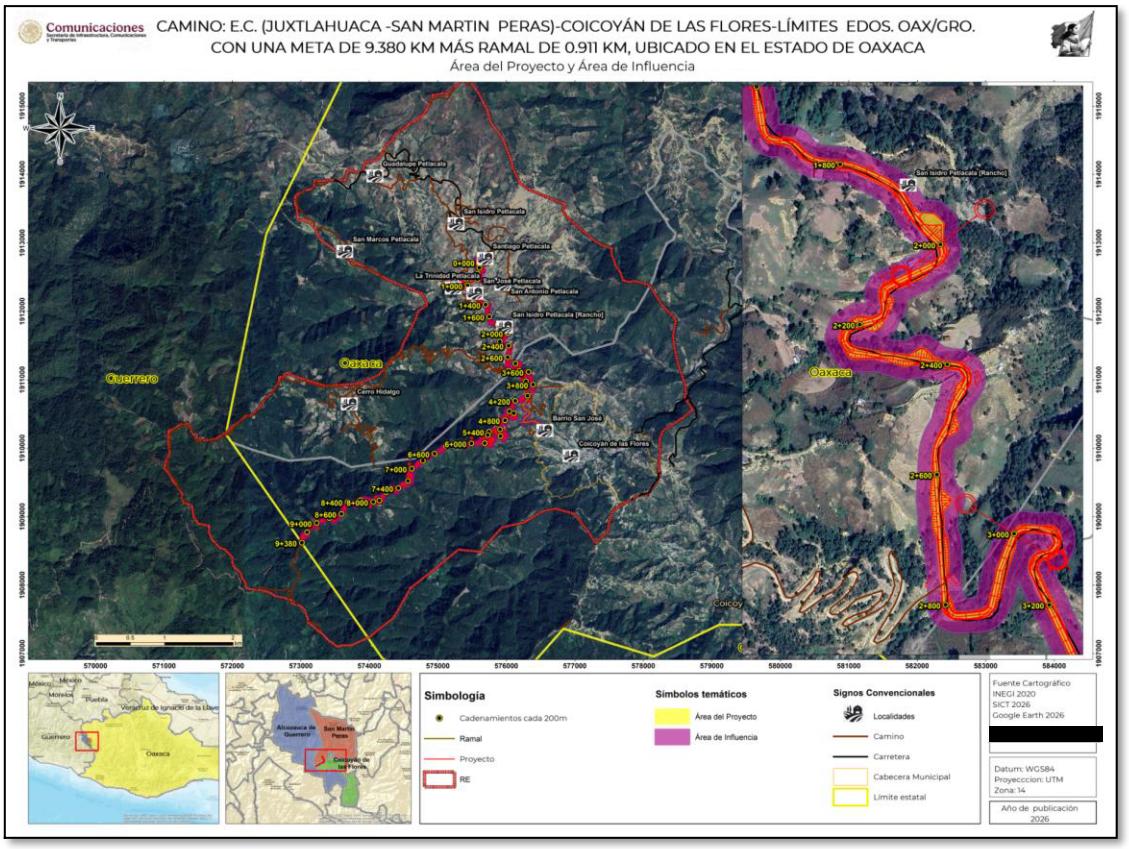
CUADRO III-2 DEFINICIÓN DEL AP Y AI.

Concepto	Definición
Área de Proyecto (AP)	Superficie física donde se realizarán las obras y actividades permanentes del proyecto.
Área de Influencia (AI)	Superficie circundante al AP que podría verse afectada directa o indirectamente por las actividades del proyecto.

Para la delimitación del AI fue necesario estimar la localización, el tipo y la intensidad de uso de los recursos durante las distintas fases de desarrollo del proyecto, así como considerar los impactos generados y su variación en el tiempo y el espacio.

Debido a que el proyecto presenta una estructura lineal, se aplicó una metodología basada en la generación de un área de amortiguamiento (buffer). A continuación, se describe el procedimiento utilizado para determinar el AP y el AI:

FIGURA III-3 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA.



Para el establecimiento del Área del Proyecto (AP), se tomó como referencia la línea central del proyecto, determinándose una superficie de afectación directa de **19.44 ha**.

• Por su parte, el Área de Influencia (AI) se delimitó mediante la generación de un buffer de **20 m a cada lado de la línea central del proyecto**, obteniéndose una superficie total de **41.72 ha**. Esta delimitación se realizó con fines de análisis ambiental preventivo, considerando el alcance espacial potencial de los impactos asociados a las actividades constructivas, la operación de maquinaria, la generación de ruido, partículas, escurrimientos y demás interacciones derivadas del desarrollo del proyecto.

• En este sentido, la superficie del AI no representa necesariamente una afectación total, permanente o continua sobre toda el área delimitada, sino un ámbito técnico de referencia que permite evaluar los posibles efectos directos e indirectos asociados a la ejecución del proyecto, en función de la naturaleza lineal de la obra y de la distribución temporal y espacial de los frentes de trabajo.

[redacted]

III.2 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA, DEL AI Y DEL AP.

La **Región Ecológica**, en adelante **RE**, se define como la unidad territorial de análisis que integra los procesos naturales y sociales vinculados con el proyecto. Esta unidad comprende una superficie total de **3,112.32 ha**, dentro de la cual se incluye el **Área del Proyecto (AP)**, con **19.44 ha**, así como un **Área de Influencia (AI)** de hasta **41.72 ha**.

La RE se localiza en la porción noroeste del estado de Oaxaca, dentro de la **Región Mixteca Baja**, e involucra territorialmente los municipios de **San Martín Peras** y **Coicoyán de las Flores**, en Oaxaca, así como **Alcozauca de Guerrero**, en el estado de Guerrero.

TABLA III-1 MUNICIPIOS DENTRO DE LA RE

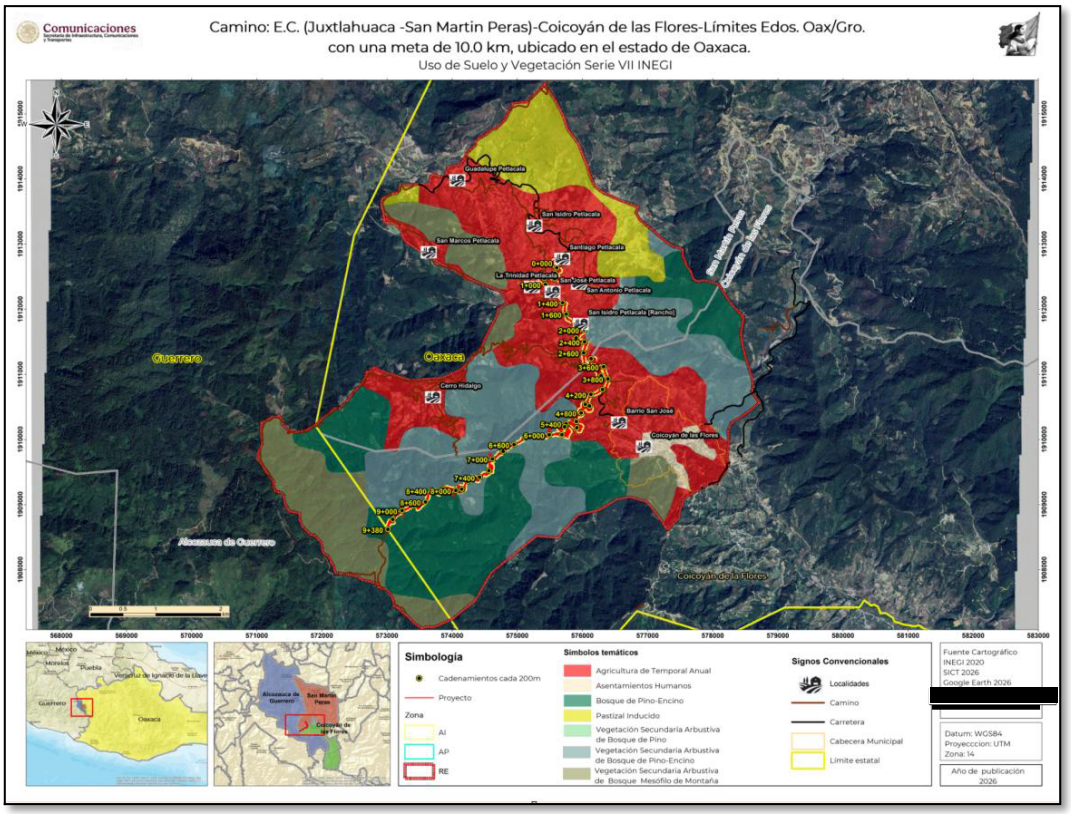
Municipio	Superficie dentro de la RE (ha)
San Martín Peras	1,490.07
Coicoyán de las Flores	1,293.63
Alcozauca de Guerrero	328.62
Total	**3,112.32**

Desde el punto de vista fisiográfico, la RE se encuentra comprendida entre dos topoformas principales: **Sierra Alta Compleja** y **Sierra de Cumbres Tendidas**, las cuales condicionan la configuración del relieve, los escurrimientos superficiales, la distribución de la vegetación y los patrones de ocupación del territorio.

De acuerdo con la información de **Uso de Suelo y Vegetación (USV) del INEGI**, dentro de la RE predominan coberturas de vegetación secundaria asociadas a ecosistemas forestales. Destacan la **vegetación secundaria de bosque de pino-encino**, con **20.17 %** de la superficie de la RE (**627.91 ha**); la **vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino**, con **23.68 %** (**737.08 ha**); y la **vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**, con **14.62 %** (**454.89 ha**). Las superficies y porcentajes correspondientes a las distintas unidades de USV se presentan con mayor detalle en el apartado de **Usos de Suelo**.

La caracterización de la RE se desarrolla mediante una descripción general del territorio y, posteriormente, a través del análisis de sus componentes físicos, biológicos y socioambientales. Lo anterior permite establecer una línea base robusta para identificar la sensibilidad ambiental del área, evaluar los posibles impactos derivados del proyecto y definir medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental acordes con las condiciones del entorno.

FIGURA III-4 SE MUESTRA RE CON RESPECTO DE LOS MUNICIPIOS COICOYÁN DE LAS FLORES Y SAN MARTÍN PERAS.



Elaboración propia con información del INEGI.

A continuación, se describen las características del RE tanto desde el punto sincrónico como diacrónico, que dará una representación del escenario de la línea de base sobre las condiciones ambientales previas al desarrollo del proyecto, que permitirá hacer un diagnóstico y pronósticos de escenarios posibles.

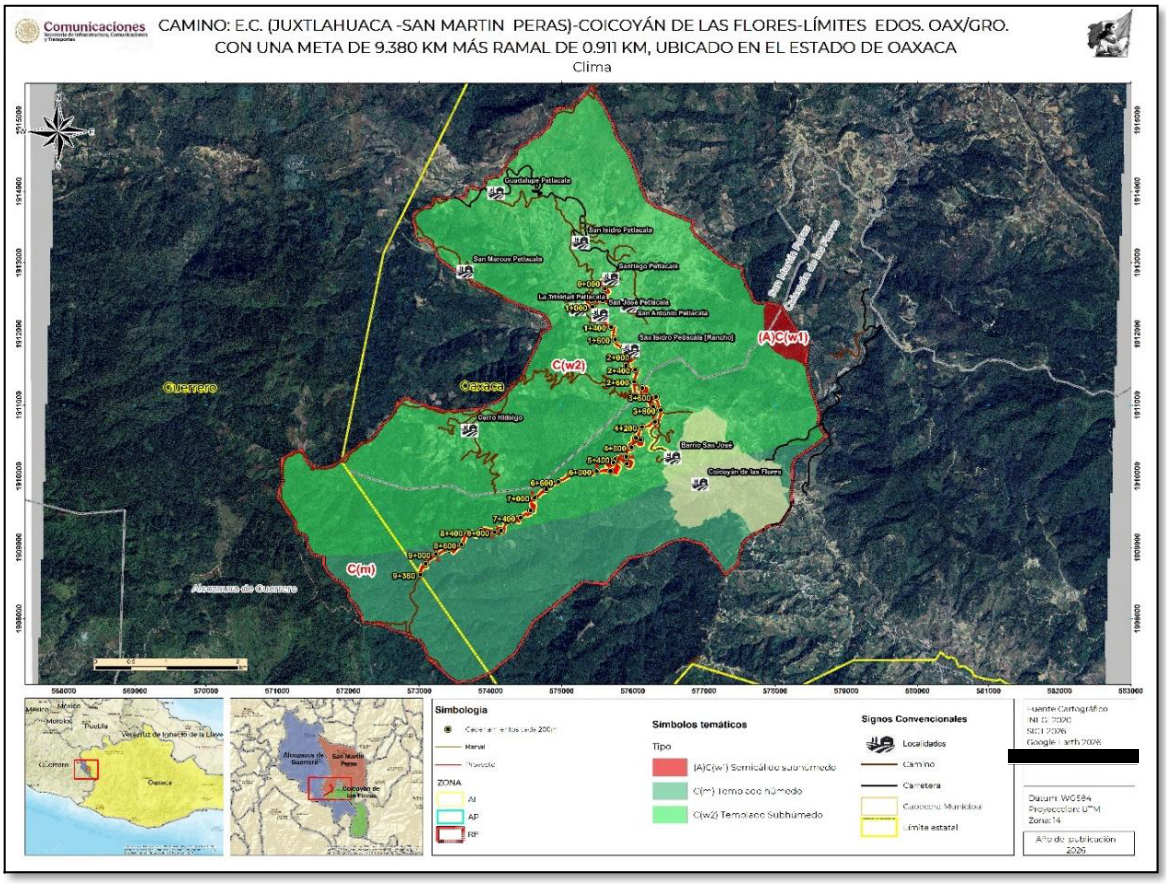
[redacted]

III.2.1 MEDIO ABIÓTICO

III.2.1.1 Clima

Con base en la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), en la Región Ecológica (RE) se identifican tres tipos de clima: **(A)C(w1)**, **C(w2)** y **C(m)** (**Figura III-5**).

FIGURA III-5 CLIMAS ENCONTRADOS EN EL RE.



Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

El clima predominante en la RE corresponde al tipo **C(w2)**, el cual abarca una superficie de **2,283.77 ha**, equivalente al **73.38 %** de la región. Este clima se distribuye principalmente hacia la porción central y oriental de la RE, en zonas con altitudes entre **1,884 y 2,880 msnm**. Se caracteriza por ser un clima **templado subhúmedo**, con temperatura media anual entre **12 °C y 18 °C**, temperatura del mes más frío entre **-3 °C y 18 °C**, y temperatura del mes más cálido inferior a **22 °C**. La precipitación del mes más seco es menor a **40 mm**, con lluvias concentradas en verano, índice P/T mayor a **55** y un porcentaje de lluvia invernal de entre **5 % y 10.2 %** del total anual.

El segundo tipo climático en importancia corresponde al clima **C(m)**, presente sobre una superficie de **795.75 ha** (**25.57 %** de la RE), principalmente en áreas con altitudes entre **2,008 y 2,880 msnm**. Este clima se clasifica como **templado húmedo**, con temperatura media anual entre **12 °C y 18 °C**, temperatura del mes más frío entre **-3 °C y 18 °C**, y temperatura del mes más cálido inferior a **22 °C**. La precipitación del mes más seco es menor a **40 mm**, con lluvias predominantes en verano y un porcentaje de lluvia invernal de entre **5 % y 10.2 %** anual.

Por su parte, el clima **(A)C(w1)** se presenta de manera localizada en el sector oriental de la RE, sobre una superficie de **32.81 ha** (**1.05 %**). Este corresponde a un clima **semicálido subhúmedo**, con temperatura media anual superior a **18 °C**, temperatura del mes más frío menor a **18 °C** y temperatura del mes más cálido superior a **22 °C**. Presenta precipitación del mes más seco menor a **40 mm**, lluvias de verano con índice P/T entre **43.2 y 55**, y lluvia invernal de entre **5 % y 10.2 %** del total anual.

Para el análisis de las variables climáticas de la RE se consideraron los registros históricos de estaciones climatológicas de la CONAGUA, incluyendo la estación **20018 Coicoyán de las Flores (CFE)** y la estación **20373 San Martín Peras**, cuyos datos permitieron caracterizar las condiciones regionales de temperatura y precipitación. El análisis detallado de dichas variables se desarrolla en los apartados subsecuentes.

CUADRO III-3SUPERFICIE Y PORCENTAJE DEL CLIMA ENCONTRADO EN EL AP, AI Y LA RE

Clave climática	RE		AP		AI	
	ha	%	ha	%	ha	%
(A)C(w1)	32.81	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00
C(w2)	2,283.77	73.38	17.68	90.95	37.65	90.24
C(m)	795.75	25.57	1.76	9.05	4.07	9.76
Total	**3,112.32**	**100.00**	**19.44**	**100.00**	**41.72**	**100.00**

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

III.1.1.1 Temperatura

Las temperaturas normales registradas para la RE se presentan en el **Cuadro III-4** y se grafican en la **Figura III-6**. Los registros analizados indican que la estación **20018 Coicoyán de las Flores (CFE)** presenta una temperatura media anual de **15.0 °C**, mientras que la estación **20373 San Martín Peras** registra una temperatura media anual de **16.6 °C**.

En ambas estaciones se observa un régimen térmico templado, con variaciones mensuales moderadas. En la estación **Coicoyán de las Flores (CFE)**, los meses con mayores temperaturas máximas normales corresponden a **abril, mayo y junio**, con valores de hasta **24.55 °C**; mientras que en la estación **San Martín Peras**, los valores máximos se registran principalmente entre **febrero y mayo**, alcanzando hasta **24.34 °C**.

Los meses más fríos corresponden, en términos generales, al periodo de **noviembre a enero**. En la estación **Coicoyán de las Flores (CFE)**, la temperatura mínima normal más baja se registra en **enero**, con **4.59 °C**; mientras que en la estación **San Martín Peras** se registra también en **enero**, con **9.04 °C**. Por su parte, las temperaturas mínimas normales más altas se presentan en **junio** para Coicoyán de las Flores, con **9.10 °C**, y en **mayo** para San Martín Peras, con **12.24 °C**.

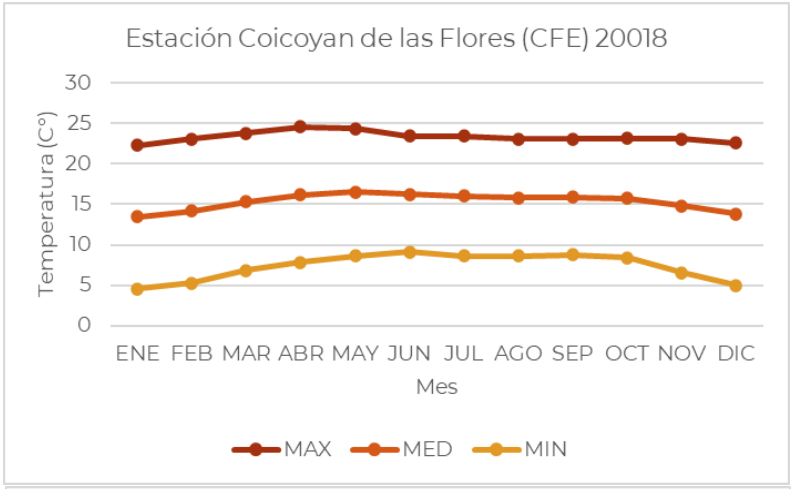
En conjunto, los registros muestran que la **RE presenta condiciones térmicas propias de ambientes templados de montaña,** con temperaturas medias anuales entre **15.0 °C y 16.6 °C**, amplitud térmica mensual moderada y ausencia de extremos térmicos severos. Estas condiciones favorecen el desarrollo de comunidades vegetales de bosque templado y vegetación secundaria asociada, además de influir en la humedad del suelo, la fenología de la vegetación y la dinámica de los procesos hidrológicos superficiales.

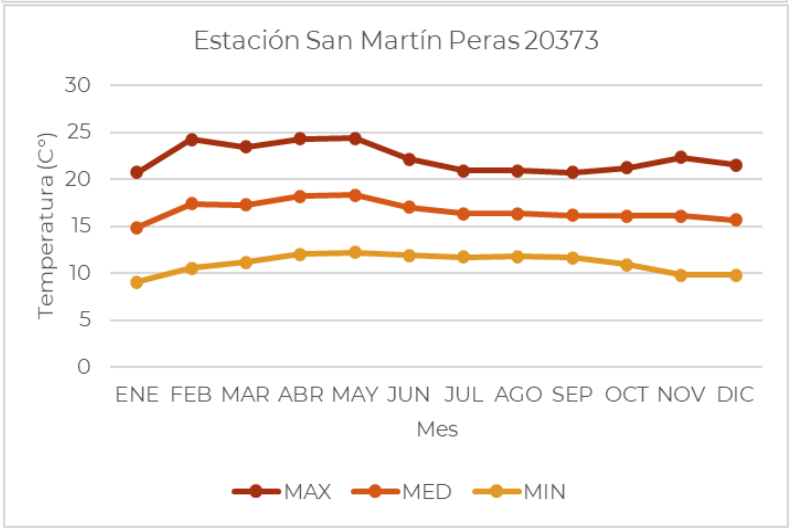
CUADRO III-4 TEMPERATURAS NORMALES DE LAS ESTACIONES DE COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE) Y SAN MARTÍN PERAS.

	TEMPERATURA (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
20018	Temperatura máxima normal	22.25	23.05	23.80	24.55	24.38	23.43	23.39	23.04	23.04	23.17	23.05	22.60	23
	Temperatura media normal	13.42	14.17	15.3	16.19	16.51	16.27	16.01	15.82	15.90	15.77	14.78	13.80	25
	Temperatura mínima normal	4.59	5.30	6.80	7.86	8.63	9.10	8.62	8.60	8.77	8.37	6.52	5.02	7.4
20373	Temperatura máxima normal	20.7	24.26	23.42	24.3	24.34	22.14	20.92	20.94	20.72	21.24	22.34	21.54	22
	Temperatura media normal	14.86	17.42	17.3	18.18	18.3	17	16.32	16.34	16.18	16.08	16.08	15.66	16.6
	Temperatura mínima normal	9.04	10.56	11.16	12.04	12.24	11.88	11.72	11.76	11.64	10.92	9.82	9.78	11

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

FIGURA III-6 TEMPERATURAS NORMALES DE LAS ESTACIONES DE COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE) Y SAN MARTÍN PERAS. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE CONAGUA.





Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

III.2.1.2 Precipitación y evaporación

Para caracterizar el balance hídrico regional se analizaron los registros de **precipitación pluvial** y **evaporación meteorológica** de las estaciones climatológicas consideradas para la RE.

En la estación **20018 Coicoyán de las Flores (CFE)**, la evaporación presenta variaciones mensuales moderadas. Los valores más altos se registran entre **abril y junio**, con máximos de **117 mm** en abril y mayo. A partir de julio, la evaporación disminuye gradualmente, hasta alcanzar sus valores más bajos hacia el cierre del año, con **78 mm** en noviembre y **72.2 mm** en diciembre.

[redacted]

La precipitación promedio mensual muestra un régimen marcadamente estacional. La temporada de lluvias inicia en **mayo**, se intensifica entre **junio y septiembre** y alcanza su valor máximo en **agosto**, con **412 mm**. A partir de octubre, la precipitación disminuye de forma notoria, manteniéndose baja durante el periodo de **noviembre a abril**.

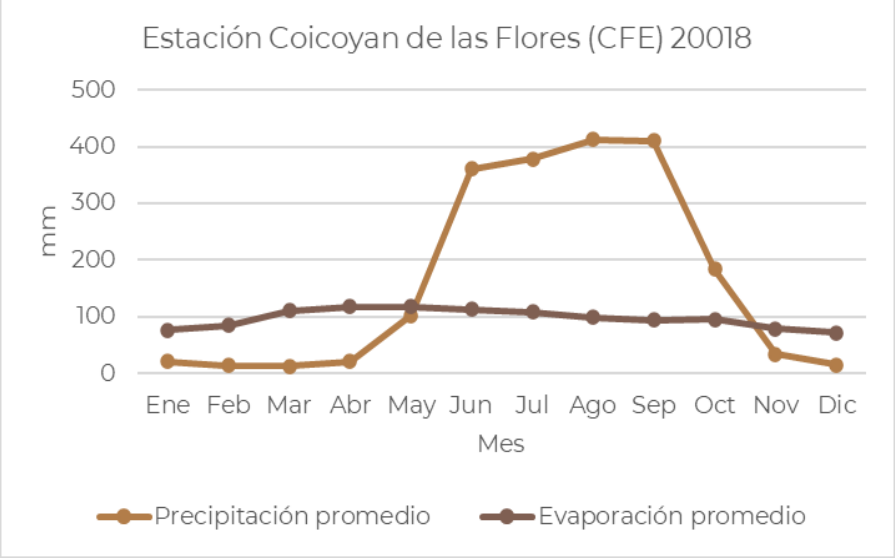
La comparación entre ambas variables permite identificar dos periodos hidrológicos contrastantes. De **noviembre a abril**, la evaporación supera ampliamente a la precipitación, lo que genera condiciones de déficit hídrico propias de la temporada seca. En contraste, entre **junio y septiembre**, la precipitación excede a la evaporación, configurando un balance hídrico positivo que favorece la recarga superficial, la disponibilidad temporal de humedad en el suelo y el desarrollo de vegetación y cultivos de temporal.

CUADRO III-5 DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EVAPORACIÓN METEOROLÓGICA EN LA ESTACIÓN COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE), CLAVE 20018

20018	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Precipitación promedio	21.2	13.7	12.5	20.4	102	361	378	412	410	183	34	15.1	1962.9
Evaporación promedio	76.7	84.6	110	117	117	113	108	99.3	93.6	94.9	78	72.2	1164.3

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

FIGURA III-7 PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EVAPORACIÓN METEOROLÓGICA COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE) 20018.



Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

En la Estación 20373 San Martín Peras los registros de evaporación correspondientes a la estación **20373 San Martín Peras** muestran una variación estacional bien definida (Figura III-8). Los valores de evaporación aumentan gradualmente de **enero a abril**, alcanzando su máximo en este último mes con aproximadamente **195.86 mm**. Posteriormente, a partir de mayo, la evaporación disminuye de manera progresiva hasta registrar su valor mínimo en **noviembre**, con **80.01 mm**, incrementándose nuevamente en diciembre hasta **100.66 mm**.

La precipitación presenta un comportamiento marcadamente estacional. Durante el periodo comprendido entre **enero y abril**, así como entre **noviembre y diciembre**, los valores de precipitación son bajos, en algunos meses cercanos a **0 mm**, reflejando la presencia de una temporada seca bien definida. El periodo lluvioso inicia en **mayo**, intensificándose entre **junio y septiembre**, con un máximo mensual de **262.9 mm** registrado en junio (Cuadro III-6).

El análisis conjunto de precipitación y evaporación permite identificar dos periodos hidrológicos contrastantes dentro de la RE:

- Durante el periodo de **enero a mayo**, la evaporación supera ampliamente a la precipitación, generando condiciones de **déficit hídrico**, reducción de humedad edáfica y mayor susceptibilidad al estrés hídrico de la vegetación y a la ocurrencia de incendios forestales.
- En contraste, entre **junio y septiembre**, la precipitación excede los valores de evaporación, configurando un periodo de **balance hídrico positivo**, favorable para la infiltración, recarga de acuíferos, recuperación de humedad en el suelo y desarrollo de la cobertura vegetal.
- Finalmente, de **octubre a diciembre**, la precipitación disminuye nuevamente mientras la evaporación mantiene valores moderados, lo que propicia una transición gradual hacia condiciones secas y el restablecimiento del déficit hídrico estacional.

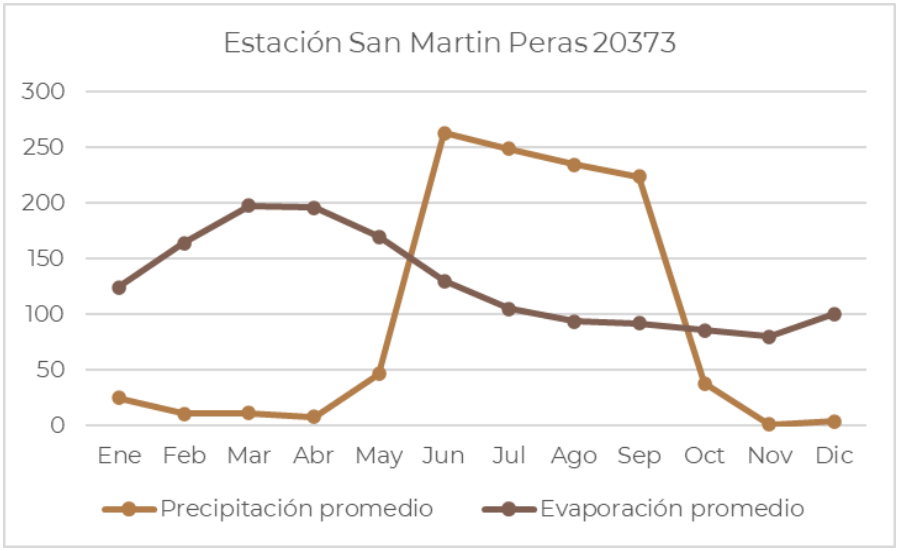
En conjunto, el comportamiento climático observado evidencia un régimen hidrológico típico de regiones templadas subhúmedas de montaña, con una marcada concentración de lluvias en verano y una temporada seca prolongada que condiciona la dinámica ecológica y la disponibilidad temporal de agua en la región.

CUADRO III-6 DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EVAPORACIÓN METEOROLÓGICA SAN MARTÍN PERAS 20373.

20373	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación promedio	24.6	10.5	11.3	7.82	46.52	262.9	248.98	234.58	223.46	37.666	1.02	3.6
Evaporación promedio	124.3667	164	197.467	195.867	169.8	129.867	104.7333	93.3667	91.767	85.733	80.0167	100.667

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

FIGURA III-8 ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE CONAGUA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EVAPORACIÓN METEOROLÓGICA SAN MARTÍN PERAS 20373.



Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

III.1.1.2 Climograma

Los climogramas elaborados para las estaciones meteorológicas de **Coicoyán de las Flores (CFE)** y **San Martín Peras** permiten analizar de manera integrada el comportamiento mensual de la temperatura y la precipitación dentro de la RE. Las **Figuras III-9 y III-10** presentan gráficamente dichas variables, mientras que los valores promedio mensuales se resumen en los **Cuadros III-8 y III-9**, respectivamente.

El análisis de los registros evidencia una marcada estacionalidad climática en ambas localidades, caracterizada por la concentración de las lluvias durante el periodo de **junio a septiembre**. En la estación **San Martín Peras**, el máximo de precipitación se registra en **junio**, mientras que en **Coicoyán de las Flores (CFE)** el valor máximo ocurre en **agosto-septiembre**, reflejando ligeras variaciones espaciales en la distribución temporal de las lluvias dentro de la región.

En cuanto a la temperatura, los valores más altos se presentan principalmente entre **marzo y julio** en la estación **Coicoyán de las Flores (CFE)**, mientras que en **San Martín Peras** corresponden al periodo comprendido entre **febrero y junio**. Por el contrario, las temperaturas más bajas se registran durante los meses invernales, particularmente entre **noviembre y enero**.

La relación entre temperatura y precipitación observada en los climogramas confirma la presencia de un régimen climático templado subhúmedo con lluvias en verano, característico de regiones montañosas de la Mixteca Alta y Baja. Este

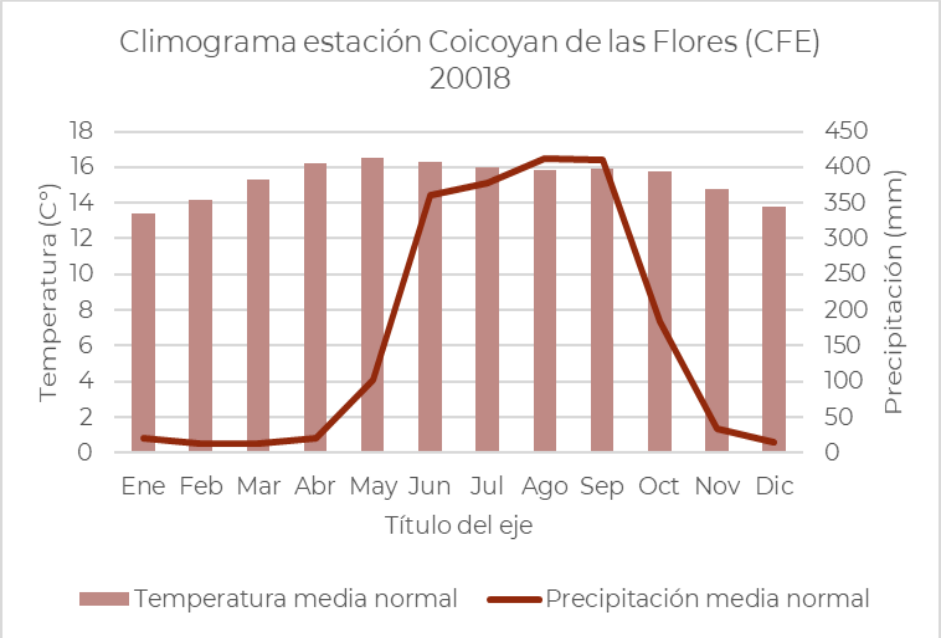
comportamiento condiciona la disponibilidad estacional de humedad, los procesos de escurrimiento superficial, la dinámica de la vegetación y los ciclos agrícolas predominantes en la región.

CUADRO III-7 PROMEDIO DE LAS PRECIPITACIONES MEDIA ANUAL Y TEMPERATURA MEDIA NORMAL DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE).

20018	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media normal	13.43	14.2	15.3	16.2	16.5	16.3	16	15.8	15.9	15.8	14.8	13.8
Precipitación media normal	21.18	13.7	12.5	20.4	102	361	378	412	410	183	34.1	15.1

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

FIGURA III-9 CLIMOGRAMA CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN COICOYÁN DE LAS FLORES (CFE). ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE CONAGUA.



Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

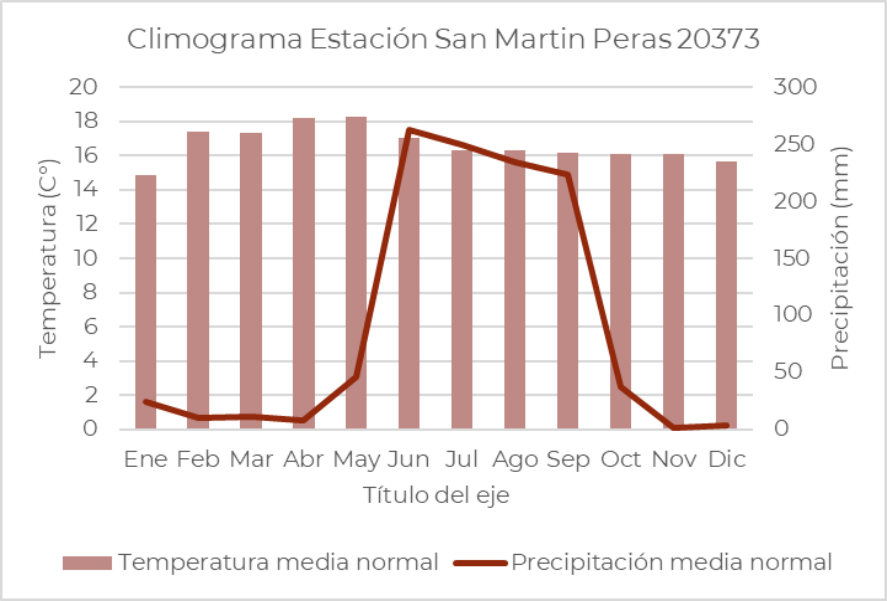
CUADRO III-8 PROMEDIO DE LAS PRECIPITACIONES MEDIA ANUAL Y TEMPERATURA MEDIA NORMAL DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN MARTÍN PERAS

20373	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media normal	14.86	17.4	17.3	18.2	18.3	17	16.32	16.34	16.18	16.1	16.08	15.66

20373	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación media normal	24.6	10.5	11.3	7.82	46.5	262.9	249	234.6	223.5	37.7	1.02	3.6

Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA.

FIGURA III-10 CLIMOGRAMA CORRESPONDIENTE A LA ESTACIÓN SAN MARTÍN PERAS.



Elaboración propia con datos de las estaciones climatológicas de CONAGUA

III.2.1.3 Fenómenos hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos constituyen agentes perturbadores asociados a la dinámica atmosférica e hidrológica, entre los que se incluyen ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales y fluviales, granizadas, tormentas eléctricas, heladas, sequías, ondas gélidas y tornados. Su análisis permite reconocer la exposición histórica del territorio ante eventos climáticos extremos y valorar su relevancia dentro de la caracterización ambiental de la RE.

Con base en la información del **Atlas de Riesgos del CENAPRED**, durante el periodo analizado de los últimos 11 años, el municipio de **Coicoyán de las Flores** registró **siete declaratorias** asociadas a fenómenos hidrometeorológicos: **tres de desastre, una de contingencia climatológica y tres de emergencia**. Por su parte, el municipio de **San Martín Peras** registró **cuatro declaratorias**: **una de desastre, una de contingencia climatológica y dos de emergencia**.

Los registros muestran que los fenómenos más recurrentes corresponden a **lluvias intensas, ciclones tropicales, inundaciones fluviales y pluviales, así como sequía atípica**. En particular, destacan los eventos asociados a los ciclones tropicales **Stan**, **Matthew**, **Manuel** y **Trudy**, los cuales generaron condiciones de emergencia o desastre en la región.

Este comportamiento evidencia que la RE presenta exposición a eventos hidrometeorológicos extremos, principalmente durante la temporada de lluvias y ciclones tropicales. Dicha condición resulta relevante para el proyecto, ya que puede incidir en la estabilidad de taludes, el comportamiento de escurrimientos superficiales, la erosión hídrica, la transitabilidad de caminos y la seguridad durante las etapas de construcción y operación. Por ello, el diseño y ejecución de obras deberá considerar medidas preventivas de drenaje, control de escurrimientos, estabilización de superficies expuestas y manejo oportuno de contingencias climáticas.

CUADRO III-9 REGISTRO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE COICOYÁN DE LAS FLORES.

TIPO DECLARATORIA	TIPO FENÓMENO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	OBSERVACIONES
Desastre	Ciclón Tropical	11/11/2005	03/10/2005	05/10/2005	Huracán "Stan"
Contingencia Climatológica	Sequía	24/11/2005	01/05/2005	30/09/2005	Sequía Atípica, Impredecible y No Recurrente
Desastre	Lluvias	15/10/2010	25/09/2010	27/09/2010	Ciclón tropical Mathew
Emergencia	Lluvias	15/10/2010	25/09/2010	27/09/2010	Ciclón tropical Mathew
Emergencia	Lluvias	30/09/2013	12/09/2013	15/09/2013	Tormenta tropical Manuel
Desastre	Ciclón Tropical	29/10/2014	17/10/2014	19/10/2014	Inundación fluvial y pluvial. T.T. "Trudy"
Emergencia	Ciclón Tropical	30/10/2014	17/10/2014	19/10/2014	Lluvia severa. T.T "Trudy"

Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos de la CENAPRED.

CUADRO III-10 REGISTRO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN PERAS.

TIPO DECLARATORIA	TIPO FENÓMENO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	OBSERVACIONES
Contingencia Climatológica	Sequía	24/11/2005	01/05/2005	30/09/2005	Sequía Atípica, Impredecible y No Recurrente
Emergencia	Lluvias	30/09/2013	12/09/2013	15/09/2013	Tormenta tropical Manuel
Desastre	Ciclón Tropical	29/10/2014	17/10/2014	19/10/2014	Inundación fluvial y pluvial. T.T. "Trudy"
Emergencia	Ciclón Tropical	30/10/2014	17/10/2014	19/10/2014	Lluvia severa. T.T "Trudy"

Elaboración propia con datos del Atlas de Riesgos de la CENAPRED.

III.2.1.4 Geomorfología y Orografía

De acuerdo con la Carta Geológica-Minera *Santiago Juxtlahuaca E14-D33*, la Región Ecológica (RE) se localiza dentro de la **Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur**, una de las principales unidades montañosas del sur de México. Esta provincia se extiende de manera paralela al litoral del Pacífico, desde Bahía de Banderas hasta el Istmo de Tehuantepec, con una longitud aproximada de **1,100 km** y un ancho medio cercano a **100 km**.

La Sierra Madre del Sur constituye un sistema montañoso complejo, integrado principalmente por rocas ígneas intrusivas y metamórficas, donde predominan granitos y materiales cristalinos. Su configuración fisiográfica ha sido modelada por procesos tectónicos activos desde el Neógeno, así como por la interacción entre litología, estructura geológica y condiciones climáticas regionales.

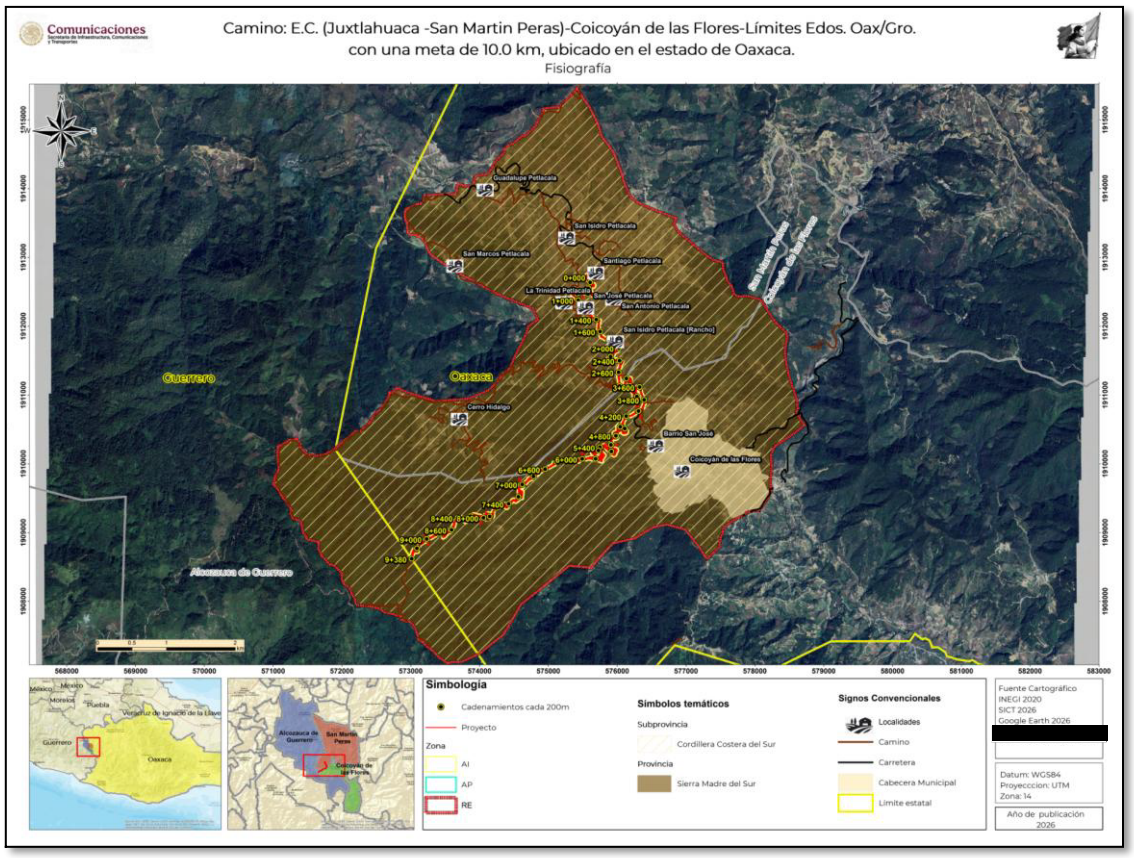
La RE se ubica específicamente dentro de la subprovincia fisiográfica **Cordillera Costera del Sur**, la cual conforma la franja central de la provincia y se distribuye paralelamente a la línea de costa a lo largo de aproximadamente **650 km**, abarcando sectores de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Desde el punto de vista geológico, la subprovincia presenta una composición heterogénea. En la porción occidental predominan calizas del Cretácico; hacia el norte y oriente se desarrollan extensas unidades de rocas ígneas intrusivas y extrusivas; mientras que en gran parte del sector oriental existe una fuerte presencia de rocas metamórficas. Esta diversidad litológica influye directamente en la configuración del relieve, la estabilidad de laderas, los procesos erosivos y la dinámica hidrológica superficial.

Geomorfológicamente, la Cordillera Costera del Sur se caracteriza por un relieve montañoso abrupto y fuertemente disectado por barrancas, arroyos y cauces intermitentes que drenan predominantemente hacia el suroeste. Asimismo, constituye una zona de transición entre la **Depresión del Balsas**, las **Sierras y Valles Guerrerenses** y las vertientes montañosas del Pacífico Sur.

La RE se encuentra completamente inserta dentro de esta subprovincia fisiográfica, lo que explica la presencia de pendientes pronunciadas, elevaciones contrastantes y una marcada complejidad topográfica, condiciones que influyen en la susceptibilidad a procesos de erosión hídrica, movimientos de ladera y escurrimientos superficiales concentrados.

FIGURA III-11 MAPA DE PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS.



Elaboración propia con datos de INEGI

CUADRO III-11 PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS DEL RE

Tipo	Nombre	RE		AP		AI	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)
Provincia	Sierra Madre del Sur	3112,32	100	19,44	100	41,72	100
Subprovincia	Cordillera Costera del Sur	3112,32	100	19,44	100	41,728	100

Elaboración propia con datos de INEGI.

III.1.1.3 Relieve terrestre

La morfología montañosa de la RE está asociada a procesos tectónicos y de subducción desarrollados durante el Neógeno-Cuaternario, así como al movimiento de placas litosféricas que han originado fallas, fracturas y un relieve estructuralmente complejo. En la porción noroeste de la RE se reconoce la **Falla Coicoyán**, con una longitud aproximada de **6 km** y orientación **NO-SE**; asimismo, en la porción sureste se identifica una fractura con dirección **NE-SO**, que corta el sistema montañoso regional.

La zona presenta actividad sísmica considerable, condición que ha favorecido la formación de escarpes, terrazas de abrasión, superficies de nivelación escalonadas y valles fluviales. En este contexto, la RE presenta una topografía dominada por **Sierras de Cumbres Tendidas**, que ocupan **1,649.97 ha** (**53.01 %**), y por **Sierra Alta Compleja**, con **1,462.35 ha** (**46.99 %**).

La **Sierra Alta Compleja** se localiza principalmente en la sección oriental de la RE y comprende terrenos con altitudes entre **2,097 y 2,840 msnm**. Esta unidad se caracteriza por montañas de gran elevación, pendientes pronunciadas, geología diversa y relieve accidentado, con presencia de picos elevados y cañadas profundas. Estas condiciones favorecen procesos de escurrimiento concentrado, erosión hídrica y susceptibilidad a inestabilidad de laderas.

Por su parte, las **Sierras de Cumbres Tendidas** se distribuyen principalmente en la sección occidental de la RE. Se caracterizan por elevaciones con cimas extendidas, laderas escarpadas y unidades montañosas de menor extensión relativa. Esta unidad ocupa la mayor proporción de la RE y presenta condiciones topográficas que también favorecen la concentración de escurrimientos superficiales y la formación de cauces intermitentes.

En el **AP**, predomina la **Sierra Alta Compleja**, con **13.10 ha**, equivalentes al **67.39 %** de su superficie; mientras que las **Sierras de Cumbres Tendidas** representan **6.34 ha** (**32.61 %**). En el **AI** se mantiene esta misma tendencia, con predominio de **Sierra Alta Compleja**, que ocupa **32.04 ha** (**76.80 %**), frente a **9.68 ha** (**23.20 %**) de Sierras de Cumbres Tendidas.

En conjunto, el relieve de la RE, AP y AI evidencia condiciones propias de un sistema montañoso complejo, con pendientes contrastantes, control estructural y alta disección fluvial. Estas características deberán considerarse en la planeación de obras, particularmente en lo relativo al control de erosión, manejo de escurrimientos, estabilidad de taludes y conservación de la cobertura vegetal en zonas de mayor pendiente.

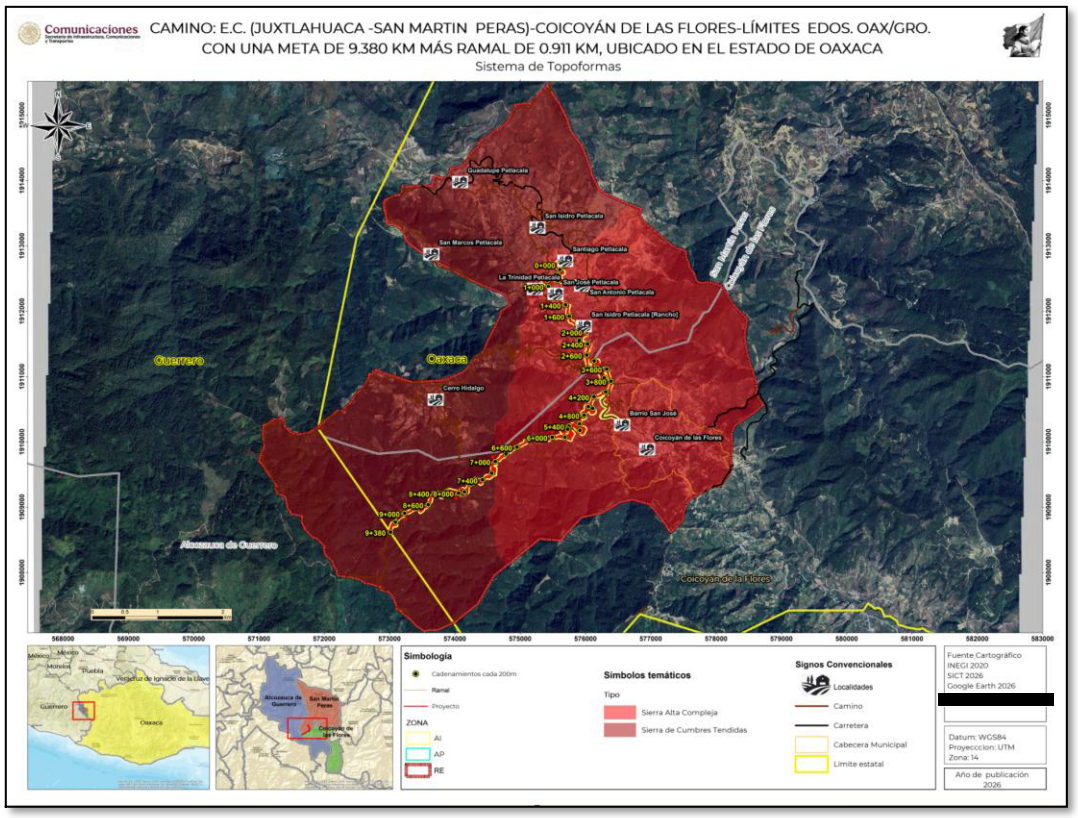
CUADRO III-12 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS QUE FORMAN PARTE DE LA RE

Tipo	Nombre	RE		AP		AI	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%

Sierra	Sierra Alta Compleja	1462,35	46,99	13,1	67,39	32,04	76,80
Sierra	Sierra de Cumbres Tendidas	1649,97	53,01	6,34	32,61	9,68	23,20
	Total	3112,32	100,00	19,44	100,00	41,72	100

Elaboración propia con datos INEGI.

FIGURA III-12 MAPA DE SISTEMAS DE TOPOFORMAS DENTRO DE LA ZONA DE LA RE. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO.



III.1.1.4 Hipsometría y pendiente

La RE se localiza dentro de una zona montañosa caracterizada por un relieve abrupto y elevaciones contrastantes, con altitudes que oscilan entre **1,920 y 2,840 msnm**. Las pendientes predominantes varían entre **40° y 60°**, identificándose sectores con inclinaciones superiores a **80°**, particularmente en laderas escarpadas y zonas de barrancas.

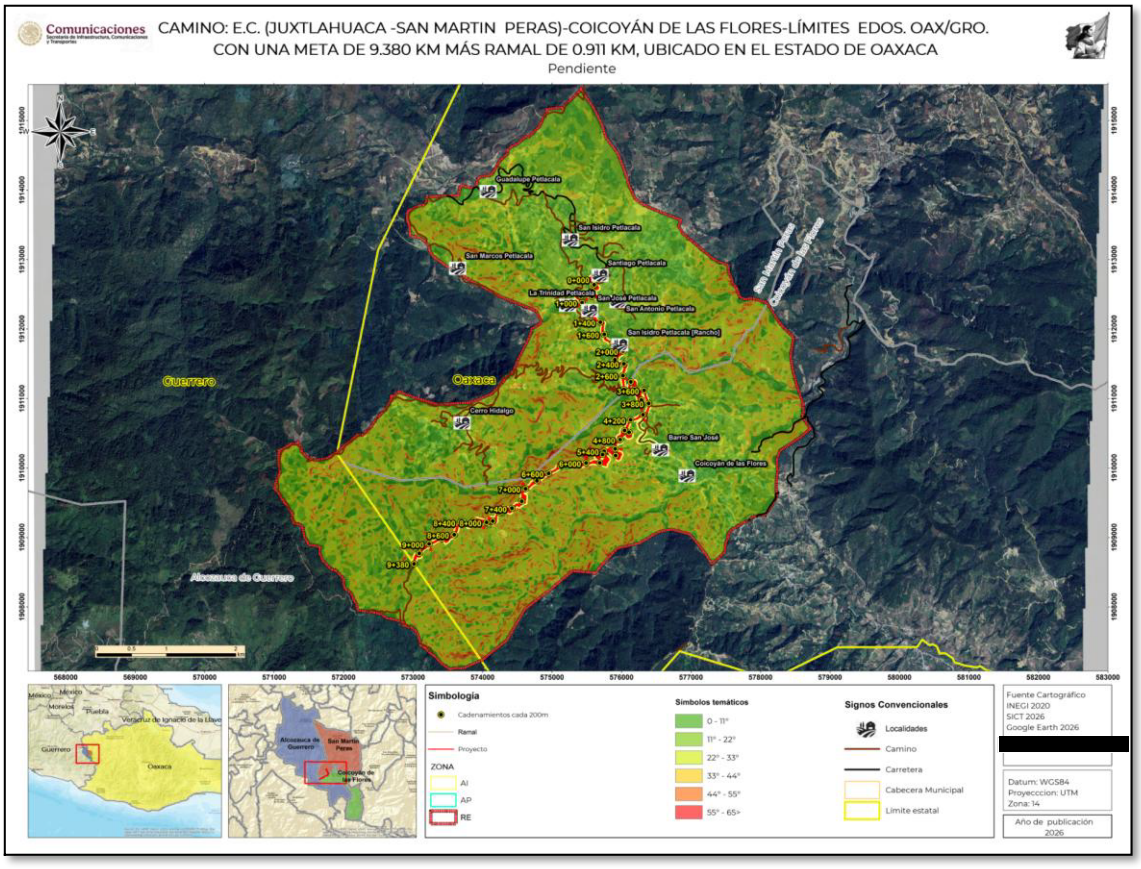
Estas condiciones evidencian una topografía altamente accidentada, propia de sistemas serranos con fuerte disección fluvial y control estructural del relieve. La combinación de elevaciones elevadas y pendientes pronunciadas favorece procesos de

escurrimiento superficial concentrado, erosión hídrica y susceptibilidad a movimientos de ladera, especialmente durante la temporada de lluvias.

Desde el punto de vista geomorfológico, la configuración hipsométrica de la RE condiciona la distribución de la cobertura vegetal, la formación de cauces intermitentes y la dinámica hidrológica regional. Asimismo, las variaciones altitudinales generan diferencias microclimáticas que influyen en la composición y estructura de las comunidades vegetales presentes en la zona.

En términos operativos, las características topográficas representan un factor relevante para el desarrollo del proyecto, **debido a que las pendientes pronunciadas pueden incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos y requerir medidas específicas de estabilización, manejo de escurrimientos y control de taludes durante las etapas de construcción y operación.**

FIGURA III-13 MAPA DE PENDIENTES Y ALTITUDES DE LA RE DEL PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO.



Elaboración propia con datos de **INEGI**

CAPÍTULO III
DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.
CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

FIGURA III-14 FOTOGRAFÍAS QUE ILUSTRAN LAS CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE

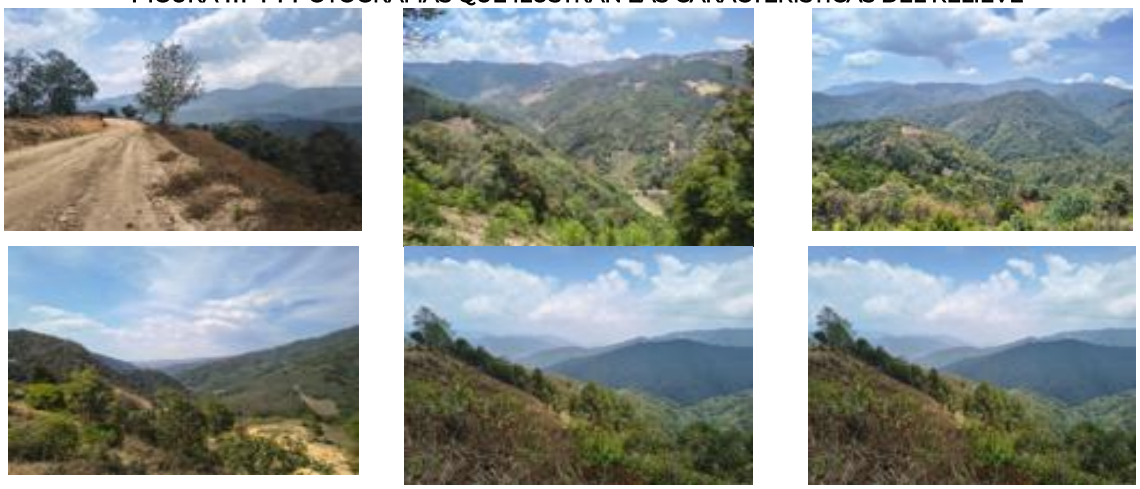
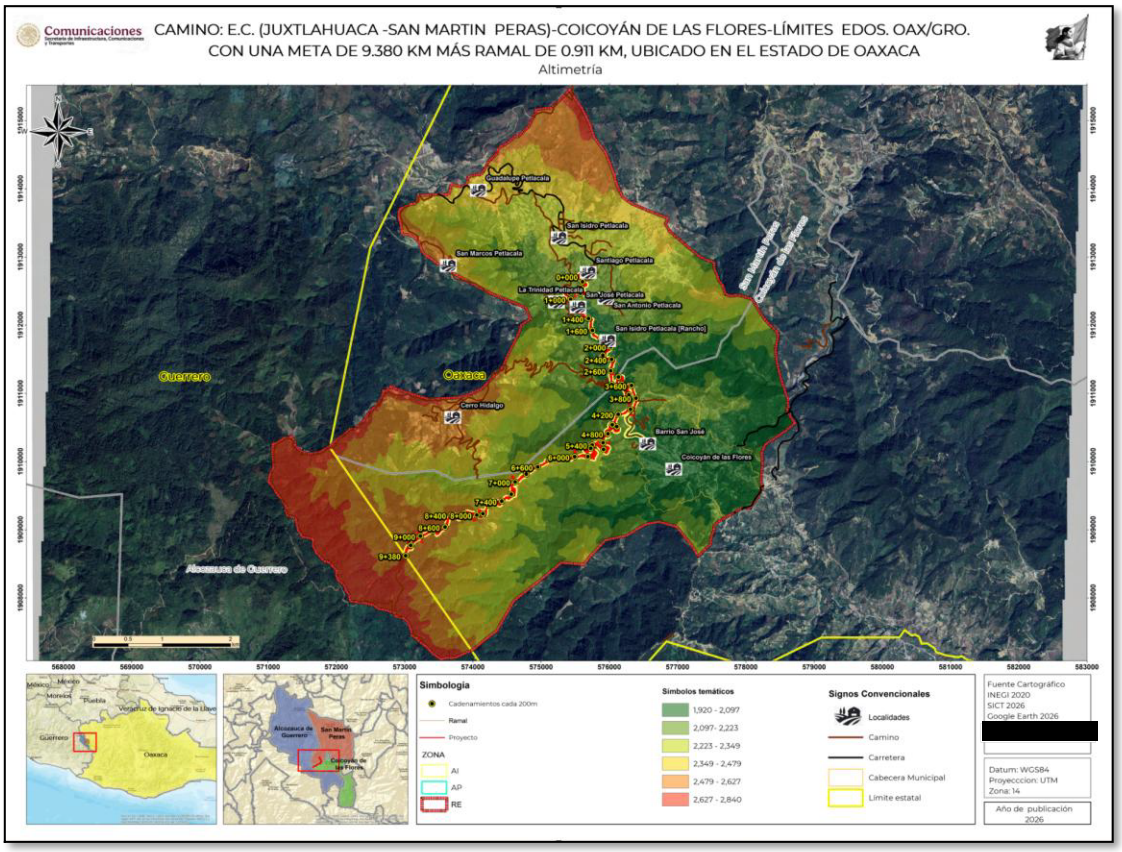


FIGURA III-15 MAPA DE ALTITUDES DE LA RE DEL PROYECTO.



Elaboración propia con datos de INEGI.

[redacted]

III.1.1.5 Geología

III.1.1.5.1 Geología y litología

De acuerdo con la Carta Geológica-Minera *Santiago Juxtlahuaca E14-D33*, la Región Ecológica (RE) se localiza dentro del **Terreno Tectonoestratigráfico Mixteco**, cuyo basamento corresponde al **Complejo Acatlán**, de edad Paleozoica. Este terreno representa una de las unidades geológicas más importantes del sur de México y está asociado a procesos tectónicos y de subducción desarrollados durante la evolución geológica de la Cuenca de Tlaxiaco.

La cobertura geológica del Terreno Mixteco está constituida por una secuencia sedimentaria mesozoica de más de **250 m** de espesor. En su parte inferior predominan depósitos de origen continental, mientras que hacía niveles superiores se presentan intercalaciones marinas relacionadas con eventos tectónicos y sedimentarios regionales. Asimismo, se reconocen depósitos volcánicos y volcanoclásticos terciarios asociados al vulcanismo que caracteriza amplias regiones del sur de México.

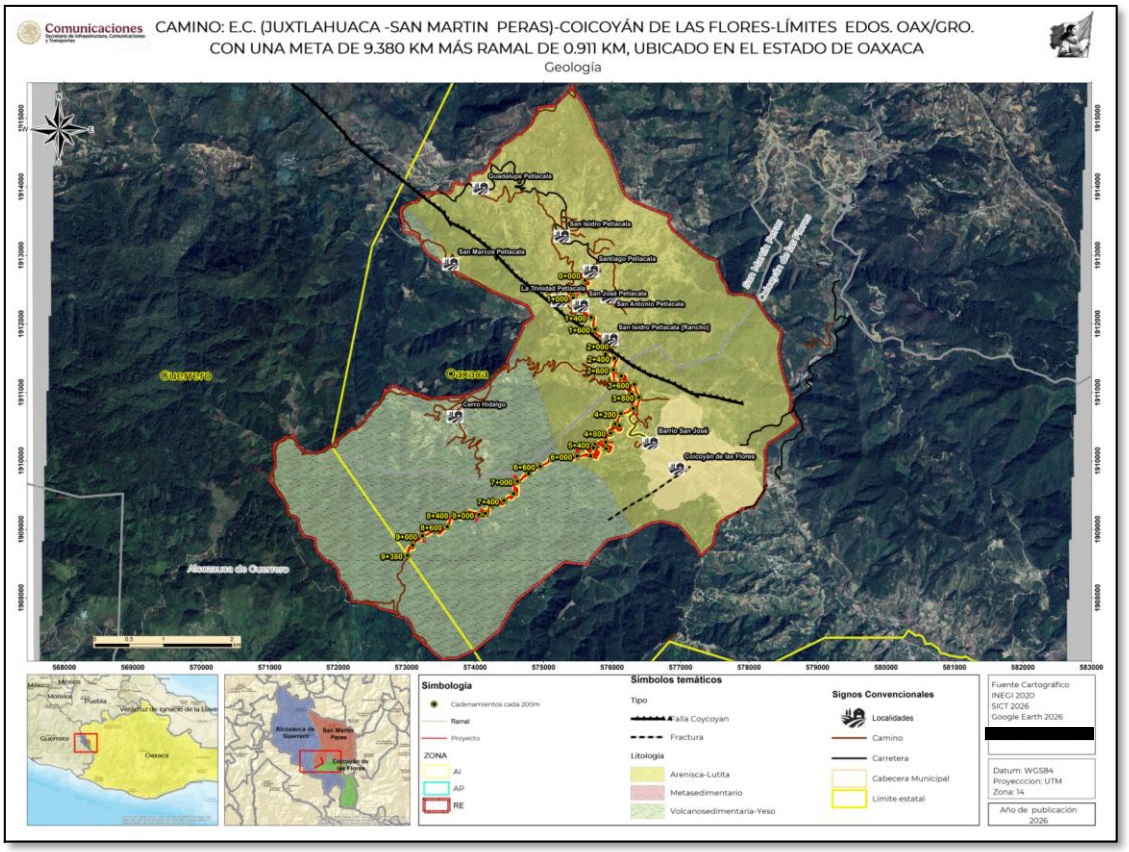
La litología presente en la RE muestra predominio de rocas sedimentarias correspondientes a las unidades **Arenisca-Lutita**, que ocupan **1,812.69 ha** (**58.24 %** de la RE), seguidas por materiales de tipo **Volcanosedimentaria-Yeso**, con una superficie de **1,299.35 ha** (**41.75 %**). De manera marginal, se identifican rocas metamórficas de tipo metasedimentario asociadas al **Complejo Acatlán**, las cuales representan únicamente **0.01 %** de la superficie regional.

En el Área del Proyecto (AP), predominan las unidades de **Arenisca-Lutita**, que abarcan **11.48 ha** (**59.05 %**), seguidas por materiales **Volcanosedimentaria-Yeso**, con **7.96 ha** (**40.95 %**). Por su parte, en el Área de Influencia (AI), las unidades de **Arenisca-Lutita** representan **67.90 %** (**28.33 ha**), mientras que las unidades **Volcanosedimentaria-Yeso** ocupan **32.10 %** (**13.39 ha**).

Desde el punto de vista ambiental y geotécnico, la presencia de materiales sedimentarios y volcanosedimentarios, en combinación con pendientes pronunciadas y elevada disección del relieve, favorece la susceptibilidad a procesos de erosión hídrica, meteorización y pérdida de estabilidad superficial en zonas de ladera. Estas condiciones deberán considerarse durante el desarrollo del proyecto, particularmente en las actividades relacionadas con cortes, excavaciones, conformación de taludes y manejo de escurrimientos.

CAPÍTULO III
DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.
CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

FIGURA III-16 MAPA LITOLÓGICO DE LA RE.



Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano.

CUADRO III-13 LITOLOGÍA EXISTENTE EN LA RE.

Era	Periodo	Litología	Roca	Forma-ción	Claves Gm	RE		AP		AI	
						Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)
Precámbrico-Paleozoico	Proterozoico-Devónico	Metasedimentario	Metamórfica	Complejo Acatlán	pE(?)PdMs	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Cenozoico	Terciario	Volcanosedimentaria-Yeso	Sedimentaria	Indeterminado	TmplVs-Y	1299,35	41,75	7,96	40,95	13,39	32,10

Era	Periodo	Litología	Roca	Forma-ción	Claves Gm	RE		AP		AI	
						Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)
Mesozoico	Jurásico	Arenisca-Lutita	Sedimentaria	Tecocoyunca	JmAr-Lu	1812,69	58,24	11,48	59.05	28,33	67,90
TOTAL						3112,32	100	19,44	100	41,72	100

Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano.

III.1.1.5.2 Riesgos geológicos

Los riesgos geológicos comprenden procesos, fenómenos o eventos naturales asociados a la dinámica interna y externa de la Tierra que, debido a su intensidad, frecuencia o localización, pueden generar afectaciones a la población, infraestructura, ecosistemas y actividades productivas. De acuerdo con el CENAPRED (2014), estos riesgos pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Riesgos asociados a procesos geológicos internos, tales como sismos, vulcanismo y tsunamis.
- Riesgos derivados de procesos geológicos externos, incluyendo inundaciones, erosión y movimientos gravitacionales.
- Riesgos inducidos o intensificados por actividades humanas que modifican la estabilidad natural del terreno o alteran la dinámica geomorfológica.

Las condiciones fisiográficas y tectónicas de la RE, caracterizadas por relieve montañoso, pendientes pronunciadas y presencia de estructuras geológicas activas, favorecen la susceptibilidad a procesos de inestabilidad de laderas, erosión hídrica y afectaciones asociadas a eventos sísmicos y lluvias intensas.

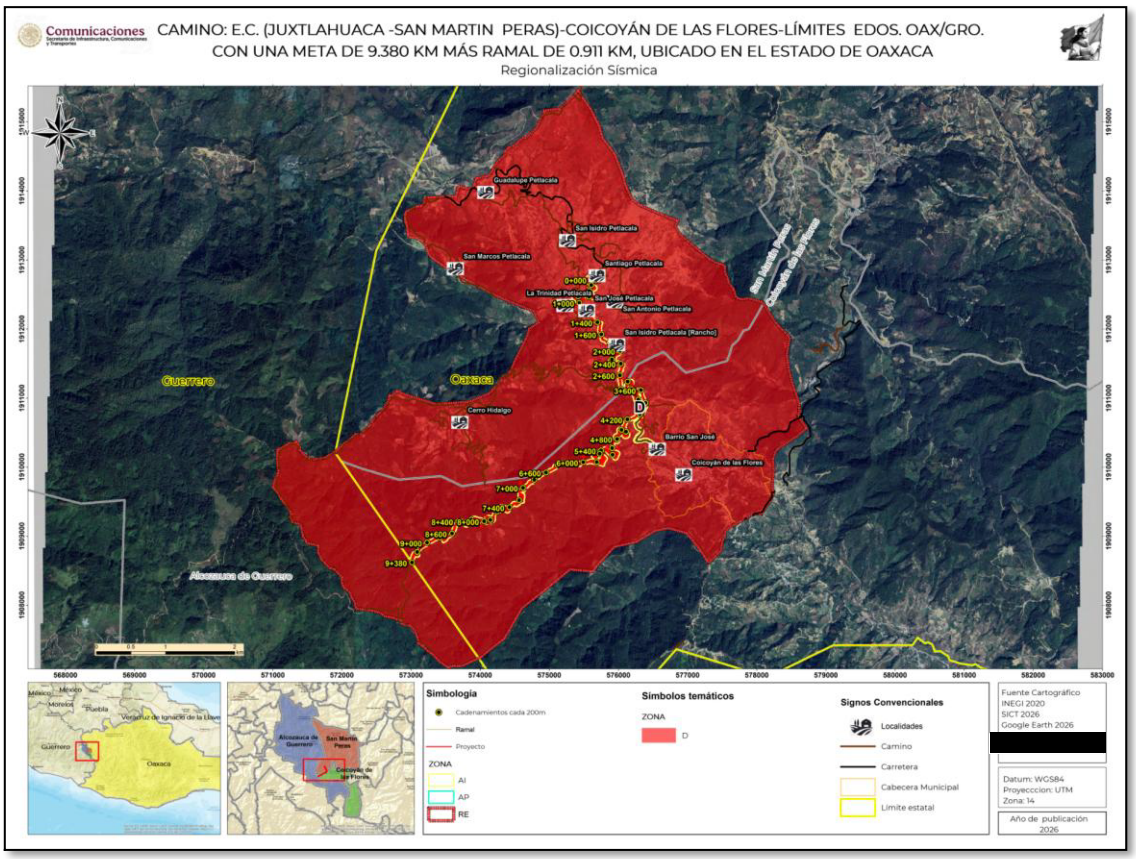
III.1.1.5.2.1 Sismos

De acuerdo con la clasificación de regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), la RE se localiza dentro de una zona de **sismicidad muy alta (Zona D)**, correspondiente al nivel de peligrosidad más elevado dentro de la clasificación nacional.

Esta categoría se caracteriza por la ocurrencia potencial de sismos de gran magnitud, superiores a **M 7.0**, así como por aceleraciones importantes del terreno que pueden superar el **70 % de la aceleración de la gravedad**. La condición sísmica regional

está relacionada con la interacción tectónica entre las placas de Cocos y Norteamérica, proceso responsable de la elevada actividad sísmica del sur de México.

FIGURA III-17 MAPA DE REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DEL RE.



Elaboración propia con datos de CENAPRED.

Los registros históricos muestran que los municipios de **Coicoyán de las Flores** y **San Martín Peras** han presentado declaratorias de desastre y emergencia asociadas a eventos sísmicos relevantes. Entre éstos destacan los sismos ocurridos en **2012**, así como los eventos de **septiembre de 2017** y **febrero de 2018**, con magnitudes cercanas o superiores a **7.0**, los cuales generaron réplicas y afectaciones regionales.

La elevada sismicidad de la RE, en combinación con pendientes pronunciadas, materiales sedimentarios meteorizados y fuerte disección del relieve, incrementa la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, agrietamientos, caída de material y desestabilización de taludes, particularmente durante eventos de precipitación intensa o actividad sísmica significativa.

En este contexto, el desarrollo del proyecto deberá considerar medidas preventivas y criterios de diseño orientados a reducir riesgos geotécnicos, incluyendo

[redacted]

estabilización de cortes, control de escurrimientos, revegetación de superficies expuestas y monitoreo de zonas susceptibles a movimientos gravitacionales.

CUADRO III-14 EVENTOS SÍSMICOS EN LA RE

Municipio	Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Coicoyán de las Flores	Desastre	Sismo	09/04/12	20/03/12	20/03/12	Réplicas entre el 20 y el 30 de marzo
Coicoyán de las Flores	Emergencia	Sismo	26/02/18	16/02/18	16/02/18	Sismo de magnitud 7.2
Coicoyán de las Flores	Desastre	Sismo	02/03/18	16/02/18	16/02/18	Sismo de magnitud 7.2
San Martín Peras	Desastre	Sismo	28/09/17	19/09/17	19/09/17	Sismo magnitud 7.1

Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano.

III.1.1.5.2.2 Inestabilidad de laderas en la RE

La inestabilidad de laderas, también conocida como **proceso de remoción en masa (PRM)**, se refiere al desplazamiento pendiente abajo de materiales que conforman una ladera, como suelo, roca, detritos o vegetación, debido a la pérdida de equilibrio del terreno. Estos procesos son característicos de zonas montañosas con pendientes pronunciadas y pueden manifestarse como caídos, deslizamientos, flujos o deslaves.

La estabilidad de una ladera depende de la interacción entre diversos factores condicionantes, entre ellos la litología, la estructura geológica, la geomorfología, el grado de intemperismo, la pendiente, la cobertura vegetal y las modificaciones antrópicas del terreno. A su vez, eventos como lluvias intensas, sismos y saturación del suelo pueden actuar como factores detonantes de movimientos gravitacionales.

Debido a sus condiciones fisiográficas, la RE presenta una **susceptibilidad muy alta a deslizamientos y derrumbes**, así como una **susceptibilidad alta a deslaves**. Esta condición se asocia con la presencia de relieve montañoso, pendientes pronunciadas, materiales sedimentarios y volcanosedimentarios susceptibles a meteorización, actividad sísmica regional y concentración de lluvias durante el verano.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, se han registrado eventos de inestabilidad de laderas en los municipios de **Coicoyán de las Flores** y **San Martín Peras**, ambos asociados a deslaves ocurridos en septiembre de 2013, con declaratoria de desastre y observaciones vinculadas a movimientos de ladera.

Estas condiciones resultan relevantes para el proyecto, ya que la apertura o rehabilitación de caminos, los cortes en ladera, el retiro de cobertura vegetal y la modificación de escurrimientos superficiales pueden incrementar la susceptibilidad local a procesos de remoción en masa. Por ello, deberán considerarse medidas preventivas de estabilización de taludes, control de escurrimientos, manejo de material producto de

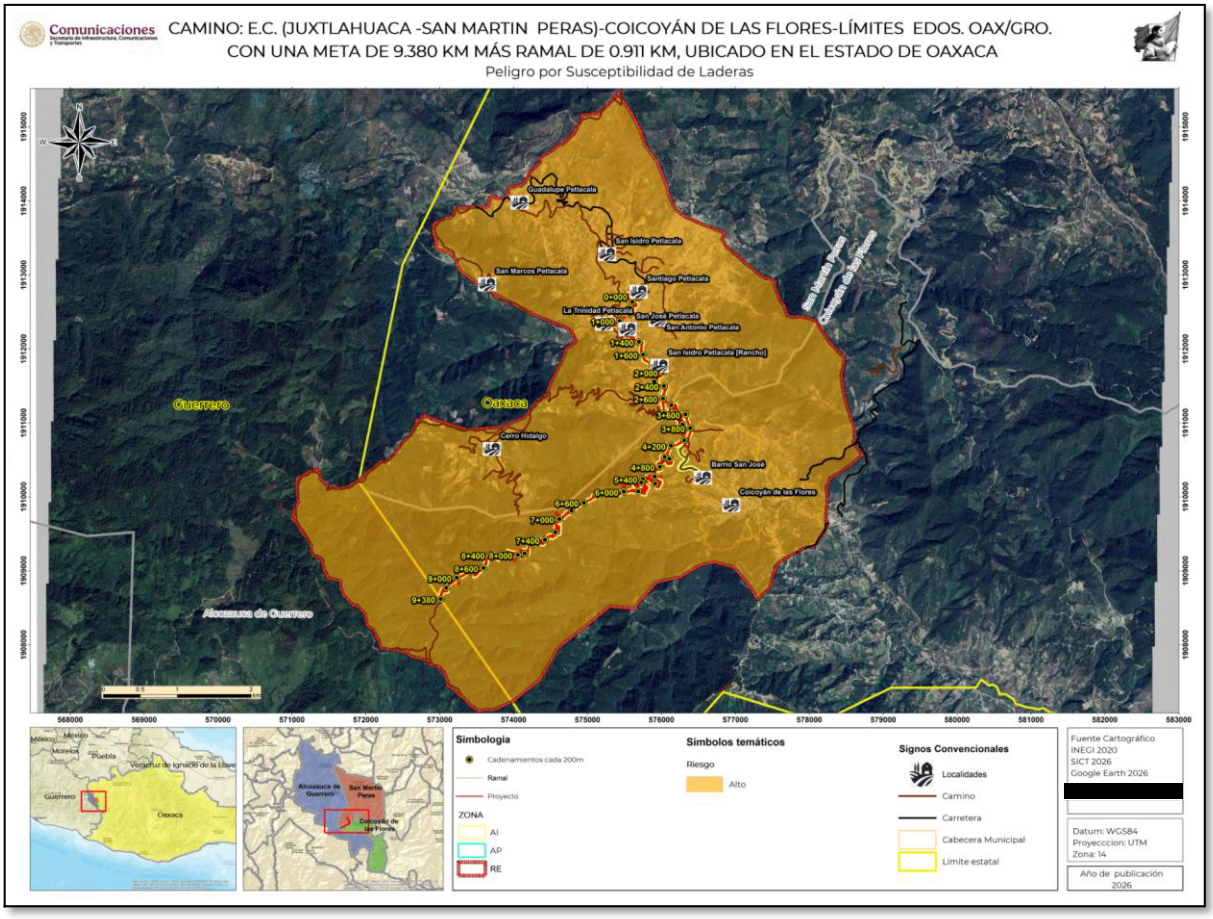
corte, revegetación temprana y monitoreo de zonas críticas durante la temporada de lluvias.

CUADRO III-15 EVENTOS DE INESTABILIDAD DE LADERAS

Municipio	Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Coicoyán de las Flores	Desastre	Deslave	04/10/2013	19/09/13	23/09/13	Movimiento de ladera
San Martín Peras	Desastre	Deslave	04/10/2013	19/09/13	23/09/13	Movimiento de ladera

Elaboración propia con datos del CENAPRED.

FIGURA III-18 PELIGRO DE SUSCEPTIBILIDAD DE LADERAS DENTRO DEL RE.



Elaboración propia con datos del CENAPRED.

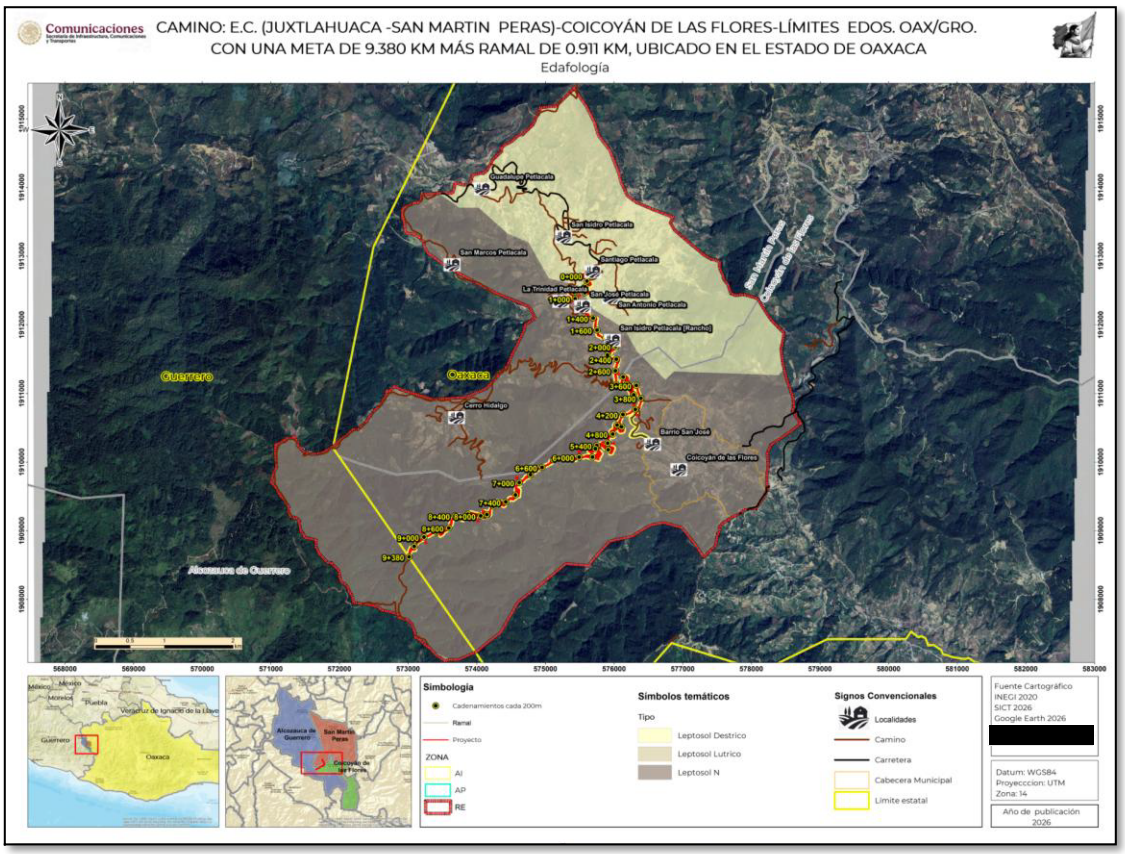
III.1.1.6 Suelo

III.1.1.6.1 Edafología

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, escala 1:250,000, en la RE predominan suelos del grupo **Leptosol**, asociados a condiciones de relieve montañoso, pendientes pronunciadas y materiales parentales someros o pedregosos.

El tipo de suelo dominante corresponde a **Leptosol**, con una superficie de **2,286.25 ha**, equivalente al **73.46 %** de la RE. Le sigue el **Leptosol dístrico**, con **825.07 ha** (**26.51 %**), mientras que el **Leptosol lútrico** se presenta de forma marginal, con **0.99 ha** (**0.03 %**) (**Cuadro III-17**).

FIGURA III-19 MAPA EDAFOLÓGICO DEL RE



Elaboración propia con datos del INEGI.

Los Leptosoles son suelos generalmente someros, pedregosos y con presencia de roca cercana a la superficie; sin embargo, en la zona también se observan sectores con horizontes edáficos bien desarrollados, particularmente en laderas estabilizadas, zonas

de acumulación y áreas con cobertura vegetal persistente. Estos suelos pueden presentar una capa superficial fértil con importancia ecológica y productiva, debido a su capacidad de retención de humedad, acumulación de materia orgánica y soporte para vegetación forestal, agroforestal y cultivos de temporal.

Por lo anterior, la remoción de cobertura vegetal, los cortes de terreno y la exposición directa del suelo pueden incrementar la susceptibilidad a erosión hídrica, pérdida del horizonte fértil, compactación y arrastre de sedimentos. En este sentido, el manejo del suelo deberá considerar medidas de conservación, rescate y reutilización de la capa orgánica, control de escurrimientos y revegetación temprana de superficies expuestas.

CUADRO III-16 EDAFOLOGÍA DEL ER.

CLAVE_WRB	Suelo Principal	Suelo Secundario	Textura	RE		AP		AI	
				Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
LPeuli+CMeulen/2	Leptosol	Lutrico	Media	0,99	0,03	0,00	0,00	0,00	0
LPeu+RGhulep/2	Leptosol	N	Media	2286,25	73,46	18,71	96,24	39,14	93,82
LPdyli+RGdy+CMdy/3	Leptosol	Destrico	Fina	825,07	26,51	0,73	3,76	2,58	6,18
TOTAL				**3112,32**	**100,00**	**19,44**	**100,00**	**41,72**	**100**

Elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano.

FIGURA III-20 FOTOGRAFÍAS DEL SUELO ENCONTRADO EN EL RE, EN DONDE SE PUEDE OBSERVAR SUELO DEL TIPO LEPTOSOL.



III.1.1.1.6.2 Usos de suelo

De acuerdo con la información de la carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1:50,000 de INEGI, en la RE predomina la **agricultura de temporal anual**, con **975.84 ha** (**31.35 %**). Le sigue la **vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino**, con **737.08 ha** (**23.68 %**), y el **bosque de pino-encino**, con **627.91 ha** (**20.17 %**).

También se registran superficies de **vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**, con **454.89 ha** (**14.62 %**); **pastizal inducido**, con **274.12 ha** (**8.81 %**); y **asentamientos humanos**, con **42.39 ha** (**1.36 %**).

En el AP, la cobertura dominante corresponde a **agricultura de temporal anual**, con **9.70 ha** (**49.90 %**), seguida por **vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino**, con **7.10 ha** (**36.52 %**), y **bosque de pino-encino**, con **2.64 ha** (**13.58 %**). Esta composición indica que el proyecto se inserta en un mosaico territorial previamente intervenido, aunque aún conserva elementos forestales y de vegetación secundaria con valor ecológico.

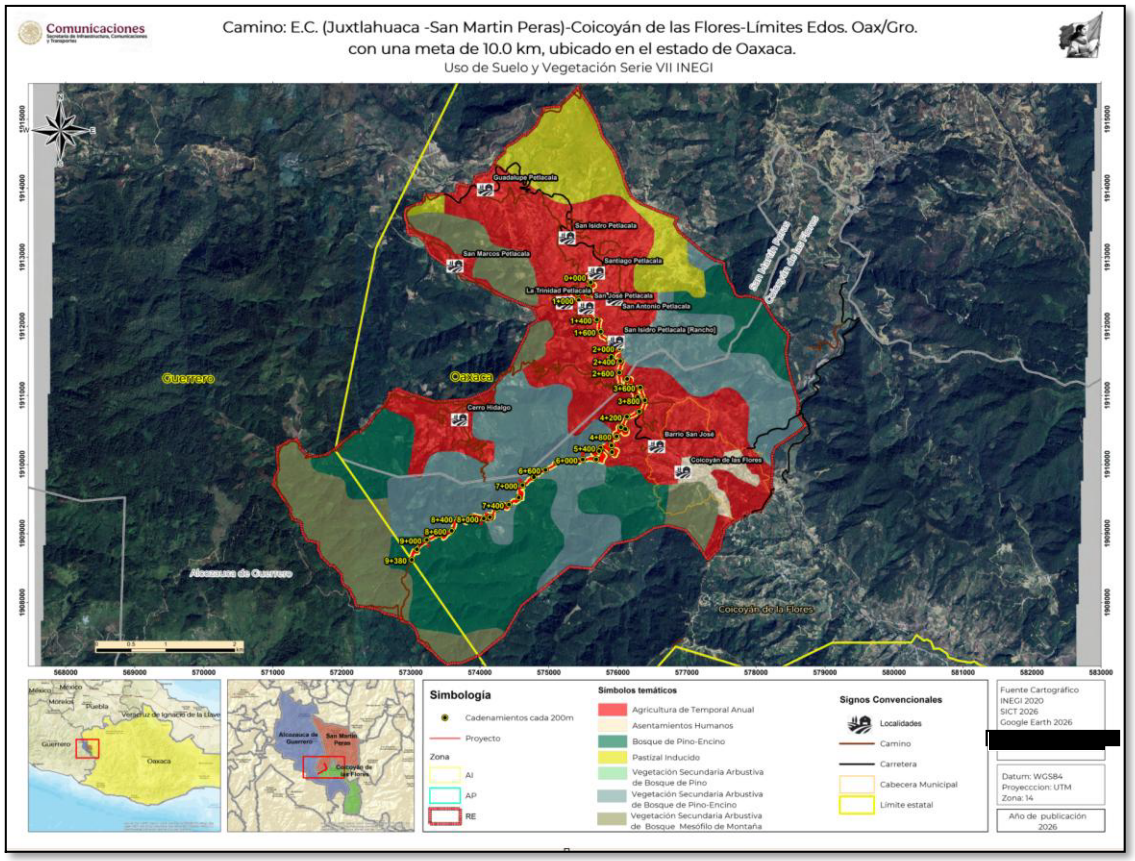
En el AI se mantiene una tendencia similar, con predominio de **agricultura de temporal anual** (**25.30 ha; 60.64 %**), seguida por **vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino** (**11.97 ha; 28.69 %**) y **bosque de pino-encino** (**4.45 ha; 10.67 %**).
Este patrón refleja un territorio con uso productivo rural, presencia de vegetación secundaria y remanentes forestales, por lo que las medidas ambientales deberán orientarse a evitar la pérdida de suelo fértil, controlar la erosión, mantener la conectividad de la cobertura vegetal y favorecer la recuperación de superficies intervenidas.

CUADRO III-17 USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN EL RE (INEGI, SERIE VII).

TIPO	RE		AP		AI	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Asentamientos humanos	42,39	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosque de pino-encino	627,91	20,17	2,64	13.58	4,45	10,67
Pastizal inducido	274,12	8,81	0,00	0,00	0,00	0,00
Agricultura de temporal anual	975,84	31,35	9,7	49.90	25,30	60,64
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	454,89	14,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	737,08	23,68	7,1	36,52	11,97	28.69
TOTAL	3112,32	100,00	19,44	100,00	41,72	100,00

Elaboración propia con datos del INEGI.

FIGURA III-21 USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA RE (INEGI, SERIE VII).



Elaboración propia con datos del INEGI.

III.1.1.6.3 Erosión

La erosión del suelo se define como el proceso de desgaste, desprendimiento y transporte de partículas superficiales por la acción de agentes exógenos, principalmente agua, viento, radiación solar y actividades antrópicas. Este proceso se relaciona directamente con la pérdida de fertilidad del suelo, disminución de productividad, desertificación y degradación de ecosistemas.

Para la caracterización de la erosión potencial en la RE se utilizó la carta de **Erosión del Suelo, escala 1:250,000, INEGI 2012**. De acuerdo con dicha información, en la RE predomina la categoría **sin erosión aparente**, con **1,826.53 ha**, equivalente al **58.69 %** de la superficie regional. Esta condición se asocia principalmente con la presencia de cobertura vegetal y con áreas donde la estabilidad superficial del suelo se mantiene relativamente conservada.

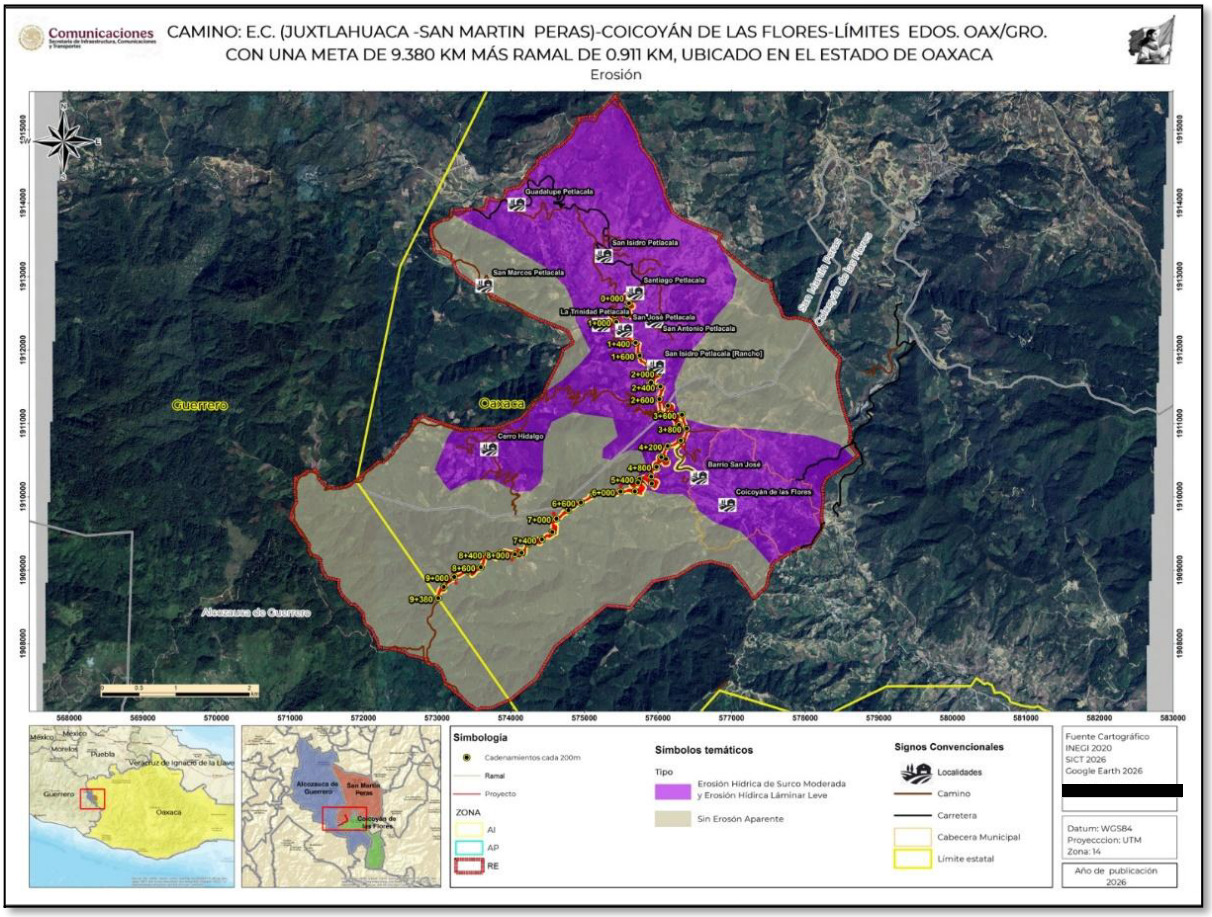
No obstante, en la porción norte, este y centro de la RE se identifican áreas con **erosión hídrica de surco moderada y erosión hídrica laminar leve (HS2+HL1)**, las cuales

abarcan **1,285.79 ha** (**41.31 %**). Estas formas de erosión están asociadas a pendientes pronunciadas, escurrimientos superficiales concentrados, remoción parcial de cobertura vegetal y uso agropecuario del terreno.

En el AP, la superficie sin erosión aparente representa **10.28 ha** (**52.88 %**), mientras que las áreas con erosión hídrica de surco moderada y laminar leve ocupan **9.16 ha** (**47.12 %**). En el AI, esta condición erosiva es más representativa, con **24.94 ha** (**59.78 %**), frente a **16.78 ha** (**40.22 %**) sin erosión aparente.

Estos resultados indican que, aunque la mayor proporción de la RE no presenta erosión visible, el AP y especialmente el AI se localizan en un contexto de susceptibilidad erosiva relevante. Por ello, durante las actividades del proyecto deberán implementarse medidas de control de erosión, manejo de escurrimientos, conservación del horizonte fértil, estabilización de taludes y revegetación temprana de superficies expuestas.

FIGURA III-22 TIPOS DE EROSIÓN POTENCIAL EN EL RE. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI



CUADRO III-18 EROSIÓN EN EL RE, AP Y AI

Clave	Tipo	RE		AP		AI	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
HS2+HL1	Erosión Hídrica de Surco Moderada y Erosión Hídrica Laminar Leve	1285,79	41,31	9,16	47,12	24,94	59,78
SE	Sin Erosión	1826,53	58,69	10,28	52,88	16,78	40,22
Total		**3112,32**	**100,00**	**19.44**	**100,00**	**41.72**	**100,00**

Elaboración propia con datos del INEGI.

III.2.1.5 Hidrología

La RE se localiza dentro de la **Región Hidrológica Balsas (RH18)**, una de las regiones hidrológicas más extensas e importantes del país, con una superficie aproximada de **117,405 km²**, equivalente a cerca del **6 % del territorio nacional**. Esta región comprende territorios de ocho entidades federativas y constituye un sistema estratégico para la captación, conducción y almacenamiento de agua superficial en el centro-sur de México.

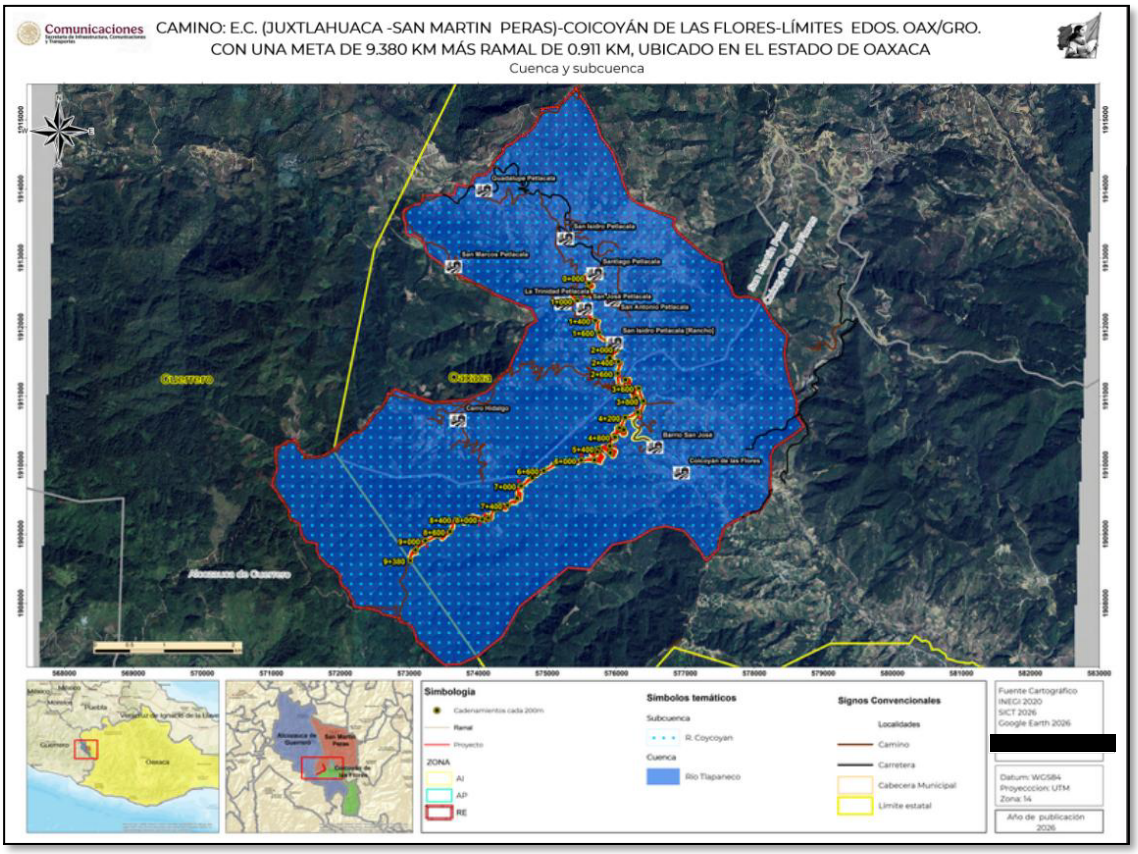
La RH18 se subdivide en 15 cuencas hidrológicas, entre las que destaca la **Cuenca del Río Tlapaneco**, donde se ubica la unidad de estudio. Dicha cuenca presenta una superficie aproximada de **4,981.53 km²** y se extiende desde los nacimientos del río en las vertientes norte de la Sierra de Coicoyán, en el estado de Oaxaca, así como de la Sierra de Malinaltepec, en Guerrero, hasta la estación hidrométrica de Ixcamilpa, en el estado de Puebla.

A nivel hidrográfico, la Cuenca del Río Tlapaneco se subdivide en cuatro subcuencas principales: **Río Tlapaneco, Río Atlamajac, Río Coicoyán y Río Salado**, correspondiendo a la **subcuenca Río Coicoyán** aquella donde se localiza la RE (**Figura III-23**).

Las características fisiográficas de la región, dominadas por relieve montañoso, pendientes pronunciadas y procesos intensos de escurrimiento superficial, favorecen la formación de corrientes de régimen intermitente y tributarios de respuesta rápida durante la temporada de lluvias. Asimismo, la cobertura vegetal presente en las partes altas de la cuenca desempeña un papel fundamental en la infiltración, regulación hídrica y control de procesos erosivos.

En términos ambientales, la subcuenca Río Coicoyán representa un componente relevante para la recarga hídrica regional y para el mantenimiento de los escurrimientos superficiales que abastecen a las comunidades rurales y actividades agropecuarias presentes en la zona de influencia del proyecto.

FIGURA III-23 CUENCA Y SUBCUENCAS PRESENTES EN LA RE. ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL INEGI.



III.1.1.6.4 Disponibilidad hídrica y red superficial

La cuenca 1803 Río Tlapaneco presenta una disponibilidad media anual de agua de 9.34 hm^3, mientras que el volumen medio anual estimado asciende a 1,040.88 Mm^3, de acuerdo con los estudios técnicos publicados en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 2011.

La corriente principal de la cuenca corresponde al Río Tlapaneco, el cual se origina a partir de la confluencia de los ríos Coicoyán y Atencochayota. El primero desciende desde la Sierra de Coicoyán, en Oaxaca, mientras que el segundo nace en la Sierra de Malinaltepec, en Guerrero. Posteriormente, el Río Tlapaneco continúa su recorrido hasta confluir con el Río Balsas por su margen izquierda.

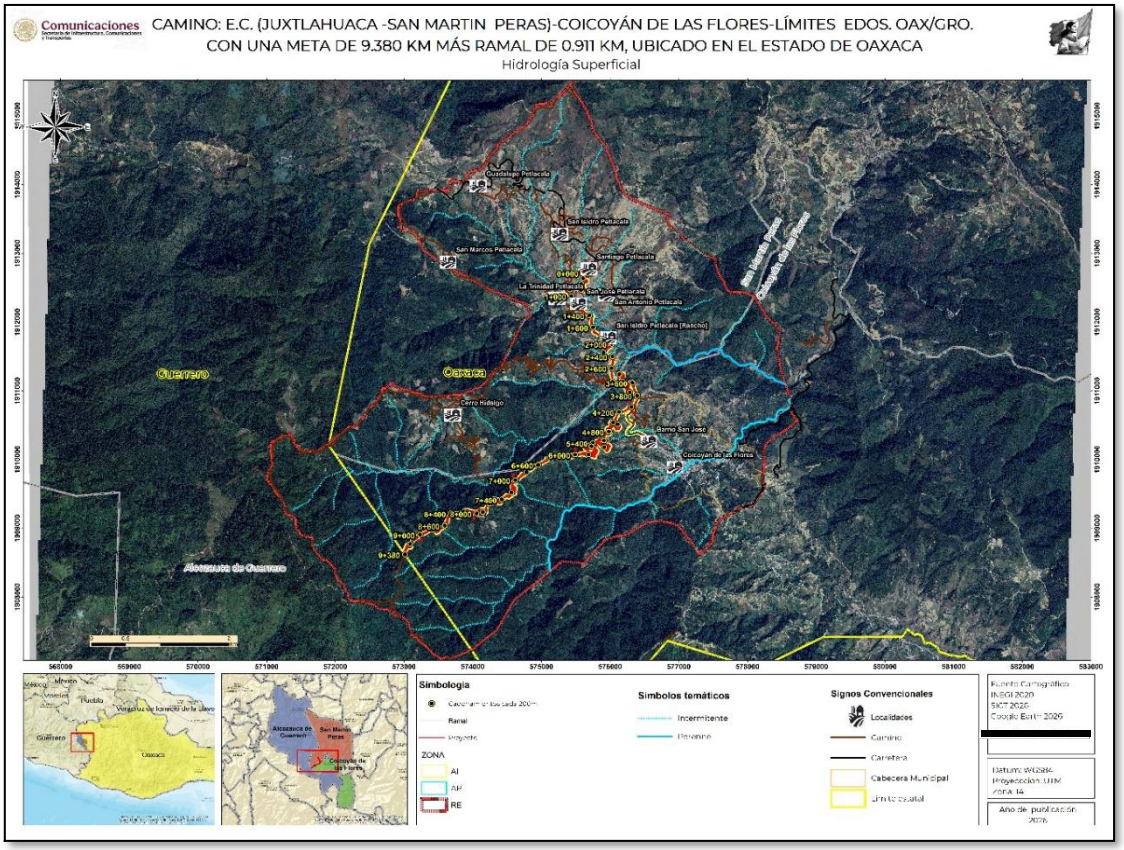
Debido a las características del relieve y al régimen climático de la región, la RE presenta una red hidrológica dominada por corrientes intermitentes que se activan principalmente durante la temporada de lluvias. En el Cuadro III-20 se presentan las corrientes permanentes e intermitentes identificadas dentro de la RE conforme a la cartografía topográfica de INEGI escala 1:50,000.

[redacted]

La red hidrológica de la RE se integra por dos corrientes de carácter perenne: Río Coicoyán y la corriente identificada con ID 145203924, además de aproximadamente 50 corrientes intermitentes asociadas a escurrimientos pluviales temporales provenientes de las sierras circundantes. Estos escurrimientos presentan una dinámica torrencial de corta duración y favorecen procesos de infiltración en las partes altas de la sierra.

El trazo proyectado no interfiere directamente con corrientes permanentes; sin embargo, cruzará diversas corrientes intermitentes, por lo que se incluirá la construcción de las obras de drenaje necesarias para garantizar la continuidad de los escurrimientos superficiales, conforme a lo establecido en el Capítulo I de la presente MIA-R.

FIGURA III-24 CORRIENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN LA RE.



Elaboración propia con datos del INEGI.



CUADRO III-19 CORRIENTES DE AGUA EN LA RE.

Nombre	Condición	ID	Cadenamiento	Zona
Ninguno	Intermitente	145180644		RE
Ninguno	Intermitente	145180764		RE
Ninguno	Intermitente	145180884		RE
Ninguno	Intermitente	145200164		RE
Ninguno	Intermitente	145201204		RE
Ninguno	Intermitente	145201264		RE
Ninguno	Intermitente	145201344		RE
Petlacala	Intermitente	145201424	1+200	AP y AI
Ninguno	Intermitente	145201564		RE
Ninguno	Intermitente	145201644		RE
Ninguno	Intermitente	145201704		RE
Ninguno	Intermitente	145201764		RE
Ninguno	Intermitente	145202164		RE
Ninguno	Intermitente	145203584		RE
Ninguno	Intermitente	145203904		RE
Ninguno	Perenne	145203924		RE
Ninguno	Intermitente	145210504		RE
Ninguno	Intermitente	145231464		RE
Ninguno	Intermitente	145231544	2+244	AP y AI
Ninguno	Intermitente	145231844		RE
Ninguno	Intermitente	145231904		RE
Ninguno	Intermitente	145235284		RE
Ninguno	Intermitente	145235664		RE
Ninguno	Intermitente	145235744		RE
Ninguno	Intermitente	145235844		RE
Ninguno	Intermitente	145235944		RE
Ninguno	Intermitente	145236104		RE
Ninguno	Intermitente	145236184	0+686	AP y AI
Ninguno	Intermitente	145236284		RE
Ninguno	Intermitente	145236384		RE
Ninguno	Intermitente	145236484		RE
Ninguno	Intermitente	145236584		RE
Ninguno	Intermitente	145236664		RE
Ninguno	Intermitente	145236744		RE
Ninguno	Intermitente	145236844		RE
Ninguno	Intermitente	145236944		RE
Ninguno	Intermitente	145237104		RE
Ninguno	Intermitente	145239644	6+182	AP y AI
Ninguno	Intermitente	145239744		RE

Nombre	Condición	ID	Cadenamiento	Zona
Ninguno	Intermitente	145239824		RE
Ninguno	Intermitente	145286964		RE
Ninguno	Intermitente	145288064		RE
Ninguno	Intermitente	145288164		RE
Ninguno	Intermitente	145288284		RE
Ninguno	Intermitente	145288384		RE
Ninguno	Intermitente	145288464		RE
Ninguno	Intermitente	145288584		RE
Ninguno	Intermitente	145288684		RE
Ninguno	Intermitente	145291224		RE
Ninguno	Intermitente	145291344		RE
Ninguno	Intermitente	145292624		RE
Río Coicoyán	Perenne	145309504		RE

El Río Coicoyán, también denominado Río Salado en algunos tramos, constituye un afluente del Río Tlapaneco y nace al suroeste de Coicoyán de las Flores, aproximadamente a 2,400 msnm. Su cauce presenta inicialmente una dirección norte y posteriormente cambia su trayectoria hacia el oeste en dirección al estado de Guerrero. Cerca de su nacimiento, el río recibe únicamente dos afluentes permanentes, mientras que el resto corresponde a tributarios de régimen intermitente asociados a escurrimientos de temporada. Los principales usos del agua corresponden al abastecimiento doméstico, actividades pecuarias y riego agrícola en localidades rurales cercanas.

En el área de estudio, el Río Coicoyán colinda con la RE por su porción este y recibe aportaciones provenientes de corrientes intermitentes localizadas dentro de la propia unidad ambiental.

III.1.1.6.5 Aguas subterráneas

En la RE subyacen parcialmente los acuíferos Tlapa-Huamuxtitlán (1201) y Cuajinicuilapa (1235), de acuerdo con información de la CONAGUA (2024[2,3]) (Cuadro III-20 y Figura III-24).

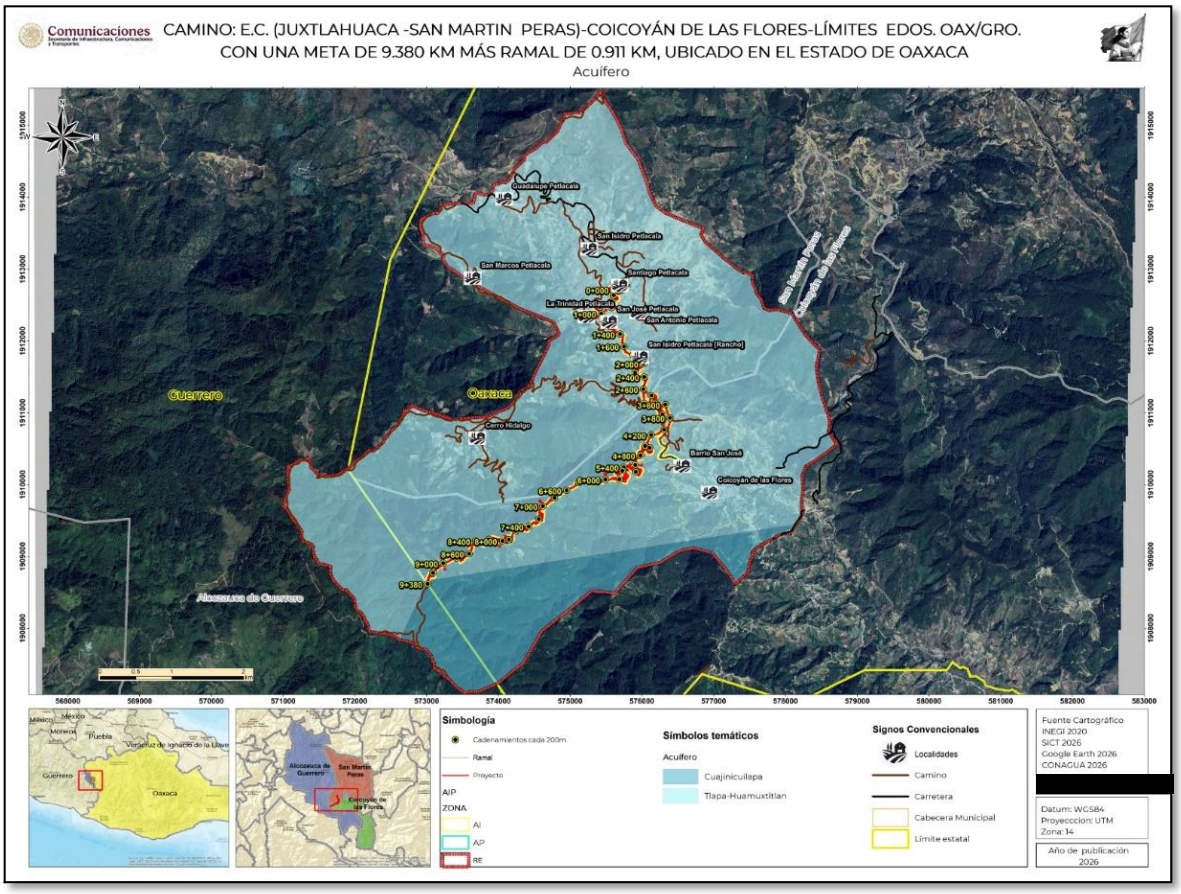
En la Región Ecológica, el 87.67% de la superficie corresponde al acuífero Tlapa-Huamuxtitlan, mientras que solo el 12.33% pertenece al acuífero Cuajinicuilapa.

[2] CONAGUA, 2024, Actualización de la disponibilidad de agua en el Acuífero Tlapa-Huamuxtitlán, Estado de Guerrero. Consultado el 5 de mayo de 2026, en. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1201.pdf
[3] CONAGUA, 2024, Actualización de la disponibilidad de agua en el Acuífero Cuajinicuilapa, Estado de Guerrero. Consultado el 5 de mayo de 2026, en. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1235.pdf

CUADRO III-20 ACUÍFEROS DE LA RE

Región	Clave	Nombre	Condición	Superficie en ha de la RE	Superficie RE en %	Superficie en ha del AP	Superficie AP en %	Superficie en ha del AI	Superficie AI en %
Balsas	1201	Tlapa-Huamuxtitlan	Disponibilidad	2728,63	87,67	19,36	99.59	41.5	99,47
Pacífico Sur	1235	Cuajinicuilapa	Disponibilidad	383,69	12,33	0,08	0.41	0,22	0,53
Total				3112,32	100,00	19,44	100,00	41,72	100,00

FIGURA III-25 ACUÍFERO DONDE SE LOCALIZA LA RE.



El acuífero Tlapa-Huamuxtitlán pertenece al Organismo de Cuenca “Balsas”. En este acuífero no existe decreto de veda para la extracción de agua subterránea; no obstante, se encuentra sujeto al “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 2016.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, integrado superficialmente por depósitos aluviales y fluviales de granulometría variable, así como por areniscas, conglomerados polimícticos, tobas, brechas y depósitos volcanoclásticos. En profundidad predominan secuencias de rocas sedimentarias marinas y materiales volcánicos con permeabilidad secundaria asociada a procesos de fracturamiento y disolución.

En 2011 el acuífero registraba 85 aprovechamientos, correspondientes a 43 pozos, 34 norias y 8 manantiales, de los cuales 69 se encontraban activos. La recarga media anual estimada es de 9.1 hm^3, destinándose principalmente al uso público-urbano.

Asimismo, el volumen anual de extracción corresponde a 6,455,715 m^3, mientras que la disponibilidad media anual para nuevas concesiones se estima en 9,344,285 m^3.

El acuífero Tlapa-Huamuxtitlán pertenece al Organismo de Cuenca “Balsas”. En todo el territorio del acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea, sin embargo está sujeto a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 14 de marzo de 2016[4]; a través del cual se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o instalación para la extracción de agua, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua. El uso principal del agua es público-urbano.

El acuífero se considera de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, así como areniscas, conglomerados polimícticos, tobas, brechas y depósitos vulcanoclásticos, que presentan un espesor de varias decenas de metros hacia el centro de los valles. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias marinas, principalmente calizas, areniscas y rocas volcánicas **con permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución.**

Cabe señalar que el volumen de extracción del acuífero es de 6, 455,715 m^3 anuales y cuenta con un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de 9, 344,285 m^3 anuales.

Por otro lado, el acuífero Cuajinicuilapa forma parte del Municipio de Cuajinicuilapa y de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, se clasifica como zona de disponibilidad 4[5]. El acuífero es de tipo libre, constituido en las

[4] D.O.F (14 de marzo de 2016) ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Tlapa-Huamuxtitlán, clave 1201, en el Estado de Guerrero, Región Hidrológico-Administrativa Balsas. En https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5429704
[5] D.O.F (20 de abril de 2015) ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Cuajinicuilapa, clave 1235, en el Estado de Guerrero, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur. En https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5446473

zonas de valle por materiales granulares permeables de la planicie costera, mientras que en las zonas serranas constituye un complejo ígneo metamórfico, el cual se comporta como impermeable al flujo subterráneo. Para 1981 se tiene un registro de 78 aprovechamientos: 36 pozos, 37 norias y 5 manantiales.

El acuífero tiene una recarga total media anual de 6 hm^3, mientras que el volumen de extracción es de 38, 443,148 m3 anuales, con una descarga natural de 30.0 hm^3 / año. Cabe mencionar que el acuífero cuenta con un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de 111, 556,852 m3 anuales.

III.1.1.6.6 Calidad de Agua

Para describir la calidad del agua superficial en la RE se consultaron los datos de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua de la CONAGUA, así como el diagnóstico de calidad del agua para ríos de Oaxaca correspondiente al periodo 2012–2018. Dentro de la RE no se identificaron sitios de monitoreo específicos; sin embargo, se consideró información regional de referencia para cuerpos de agua vinculados a la Mixteca, particularmente el río Coicoyán y el río Mixteco.

En el caso del río Coicoyán, el sitio de monitoreo **OCBAL2867 Río Coicoyán** se clasifica como de **calidad excelente** con base en el indicador de Demanda Bioquímica de Oxígeno (**DBO5**), con un valor de **2.74 mg/l**. No obstante, se reportan indicios de deterioro sanitario asociados a coliformes fecales y *Escherichia coli*, posiblemente vinculados con descargas de aguas residuales, manejo insuficiente de saneamiento y arrastre de contaminantes durante la temporada de lluvias.

Como referencia regional complementaria, el diagnóstico de CONAGUA para el **río Mixteco** reporta que, de **18 sitios monitoreados**, **5 sitios (27.8 %) no presentan contaminación**, **6 sitios (33.3 %) presentan contaminación microbiológica** por coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, y **7 sitios (38.9 %) presentan además altas concentraciones de materia orgánica, toxicidad y/o enterococos**. Estos resultados evidencian presiones regionales sobre la calidad del agua superficial asociadas principalmente a descargas de aguas residuales, arrastre de sólidos suspendidos, aportes orgánicos y manejo inadecuado de residuos en centros de población y zonas productivas.

En este sentido, aunque la información disponible no corresponde a un punto de monitoreo dentro de la RE, permite contextualizar la vulnerabilidad de los sistemas hídricos regionales frente a procesos de contaminación difusa y puntual. Por ello, el proyecto deberá mantener criterios preventivos orientados a evitar el aporte de sedimentos, residuos o contaminantes hacia las corrientes superficiales, mediante el control de escurrimientos, manejo adecuado de residuos, conservación de cobertura vegetal, estabilización de superficies expuestas y obras de drenaje que garanticen la continuidad hidráulica sin incrementar procesos erosivos aguas abajo.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, el agua extraída se clasifica como de salinidad media-

alta (C2 y C3) y contenido bajo de sodio intercambiable (S1), lo que indica que **el agua no puede utilizarse para riego en suelos con drenaje deficiente**.

Por otro lado, el acuífero Cuajinicuilapa (1235) se caracteriza por la predominancia de la familia de agua cálcica-mixta, con una concentración de sólidos totales disueltos de 42 a 1,098 mg/l. Las concentraciones de los diferentes iones y elementos rebasan en algunos pozos los límites máximos permisibles establecidos en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, por lo que el agua subterránea extraída de dichos pozos debe ser sometida a potabilización para consumo humano.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, predomina agua del grupo S1-C2 con pocas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable. **Lo que indica que el agua puede utilizarse para riego.**

III.2.2 MEDIO BIÓTICO

Con el objeto de contar con elementos técnicos suficientes para caracterizar, valorar y diagnosticar el estado de conservación o deterioro del medio biótico en la **RE**, el **AI** y el **AP**, se realizaron trabajos de campo y gabinete orientados a sustentar la toma de decisiones en materia de impacto ambiental.

Los trabajos desarrollados permitieron establecer una línea base biológica mediante la revisión de información documental, el análisis cartográfico, la integración de registros potenciales y la verificación directa en campo de especies de flora y fauna. Con ello se buscó identificar la riqueza biológica presente, su distribución espacial, el grado de sensibilidad ambiental de los hábitats y la presencia de especies endémicas o incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

De manera específica, los alcances del análisis del medio biótico fueron los siguientes:

Generar listados preliminares y potenciales de especies de flora vascular y fauna silvestre, considerando los principales grupos de vertebrados terrestres —anfibios, reptiles, aves y mamíferos— presentes o potencialmente presentes en la **RE**, el **AI** y particularmente en el **AP**.

Determinar la importancia ecológica del **AP** y del **AI** en función de la riqueza de especies, abundancia relativa, presencia de endemismos y registro de especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

- Obtener registros directos e indirectos de flora y fauna mediante recorridos prospectivos, observaciones de campo y muestreos específicos que permitieran corroborar la presencia de especies dentro de la **RE**, el **AI** y el **AP**.
- Desarrollar modelos de nicho ecológico o distribución potencial, con énfasis en especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo, endémicas o consideradas vulnerables, a fin de identificar áreas de mayor probabilidad de

presencia y evaluar la posible coincidencia espacial entre dichas especies, sus hábitats y las obras del proyecto.
- Reconocer las especies de fauna con mayor sensibilidad, vulnerabilidad o susceptibilidad frente al desarrollo de las obras y actividades del proyecto, considerando sus requerimientos ecológicos, capacidad de desplazamiento, grado de especialización de hábitat y posible exposición durante las distintas etapas del proyecto.

Este enfoque permitió integrar una evaluación biológica orientada no sólo a la identificación de especies, sino también a la comprensión de la funcionalidad ecológica del territorio, la sensibilidad de los hábitats y la definición de medidas de prevención, rescate, reubicación, protección y manejo ambiental acordes con las condiciones reales de la zona de estudio.

III.1.1.7 Métodos de estudio del componente biótico

Para la caracterización de los componentes bióticos de la **RE**, el **AI** y el **AP**, se integró una metodología basada en trabajo de gabinete, análisis cartográfico, revisión bibliográfica especializada y verificación en campo. Este enfoque permitió identificar la riqueza potencial y registrada de flora y fauna, así como valorar la importancia ecológica de las áreas de análisis y reconocer especies con relevancia por endemismo, sensibilidad ambiental o categoría de riesgo.

En una primera etapa se generaron listados potenciales de especies de flora vascular y fauna silvestre, considerando para esta última únicamente vertebrados terrestres. Para ello se realizó la sobreposición de información vectorial proveniente del **Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)** de la CONABIO, así como de registros biológicos derivados de estudios previos y bases de datos especializadas. La selección de registros se realizó considerando la superficie de la **RE**, el **AI** y el **AP**, con el propósito de identificar las entidades taxonómicas potencialmente presentes en cada unidad de análisis.

De manera complementaria, se efectuó una revisión bibliográfica de literatura especializada, publicaciones científicas, bases de datos oficiales y documentos técnicos, con la finalidad de reconocer los ecosistemas presentes en la RE, su composición florística y faunística, y su relevancia ecológica dentro del contexto regional.

Posteriormente, se identificaron las especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, así como aquellas con distribución restringida, endémicas o de importancia ecológica, a fin de valorar su posible presencia en el área de estudio y orientar la definición de medidas preventivas, de protección, rescate o manejo ambiental.

Con base en la información generada en gabinete, se diseñó el muestreo de campo para verificar las condiciones ambientales del sitio y obtener registros directos e indirectos de flora y fauna. El trabajo de campo se orientó a documentar la riqueza,

abundancia relativa, distribución espacial y uso del hábitat de las especies presentes en la **RE**, el **AI** y el **AP**.

La información obtenida mediante bases de datos, revisión bibliográfica y recorridos de campo fue integrada y analizada para estimar parámetros de biodiversidad, incluyendo riqueza específica, equitatividad, dominancia y diversidad alfa, con el fin de comparar la composición biológica entre las distintas unidades de análisis.

Finalmente, se desarrollaron modelos de distribución potencial o nicho ecológico para especies seleccionadas, particularmente aquellas registradas o potencialmente presentes en el sitio de estudio y consideradas relevantes por su categoría de riesgo, endemismo o sensibilidad ecológica. Estos modelos permitieron identificar preferencias de uso del espacio, áreas con mayor probabilidad de presencia y zonas de mayor riqueza potencial dentro de la RE, contribuyendo a la definición de medidas de manejo ambiental acordes con la sensibilidad biótica del territorio.

III.2.2.1 Métodos de medición de la biodiversidad de flora

Para conocer la importancia del RE en términos de la riqueza y de los índices de importancia de las especies de flora, se aplicaron las fórmulas que han propuestos diferentes ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de especies existentes en una localidad a partir de información parcial, y comparar biológicamente diferentes localidades.

De acuerdo con Moreno 2001[6], la diversidad, entendida como el reparto de los individuos entre las especies es consecuencia de las interacciones ecológicas entre ellos, de las relaciones entre estos y su medio ambiente. De este modo, los procesos producen patrones y de la observación de estos últimos pueden derivarse los primeros. Es decir, corresponde a la variedad de especies que se presentan en un espacio y tiempo definido.

Para estimar la diversidad de la flora del RE definido para el proyecto, se determinaron dos valores principales que corresponden a la Riqueza y al índice de diversidad de Shannon.

Riqueza de especies. Uno de los indicadores de la biodiversidad de especies, corresponde a la riqueza, que refleja distintos aspectos de la misma; su medición constituye una estructura compleja, en la que cada elemento posee una abundancia dependiente de otros elementos y representan un eslabón que desempeña una función sobre un espacio determinado e interacciona con otros componentes bajo la misma circunstancia. La riqueza de especies (H') o diversidad alfa (Whittaker, 1972) en los sitios de muestreo, se representó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que es el más utilizado en estudios ecológicos:

[6] Moreno E. Claudia, 2001, Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1., primera edición.

$$H' = -\sum_{i=i}^{S} Pi \ln \ln Pi$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

S= número de especies (La riqueza de especies)

Pi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

ni= número de individuos de la especie i

N= número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Shannon (H'). Corresponde a un indicador de biodiversidad alfa, que busca medir la diversidad de especies, considerando la uniformidad de las mismas. En otras palabras, el índice formula la uniformidad de los valores de importancia por medio de todas las especies de una muestra, es una valoración cuantitativa de la cantidad de especies en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de cada una de esas especies (abundancia). En general, este índice tiene ciertas restricciones y en la práctica, permite hacer comparaciones de la diversidad de especies entre distintas comunidades o sitios de estudio. Asimismo, sirve para estimar los atributos de la vegetación o fauna para cada especie de la comunidad encontrada.

Como parte de la estimación de Índice de Shannon, se calcularon los valores de **abundancia**, **dominancia** y **frecuencia (**en valores absolutos y relativos). Con la suma de los valores relativos de estas variables, se calculó el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Relativa por especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

De igual forma se estimaron índices de diversidad, como riqueza de especies (alfa) y similitud (beta) para conocer la riqueza florística en el área de afectación y su relación entre la flora presente en el predio y la flora de la microcuenca.

Por otro lado, el índice de Simpson (D) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. D es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad.

$$D = \frac{\sum n\,(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

D = Índice de diversidad de Simpson

n= número total de organismos de una especie

N= número total de organismo de todas las especies

Para la representación de estos índices se tomaron en cuenta las especies arbóreas con diámetros mayores a 20 cm de circunferencia, así como los elementos arbustivos y herbáceos registrados en los sitios de muestreo establecidos en diferentes zonas con el mismo tipo de vegetación dentro del AP y AI.

Para la obtención de los valores de Densidad, Dominancia y Frecuencia y sus respectivos valores relativos, se empleó la metodología del **Índice de Valor de Importancia**. Este valor indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985). De acuerdo con dicha metodología, la determinación de cada parámetro se realiza de la siguiente forma:

$$\text{IVI} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia.

DR = Densidad relativa.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{No de individuos}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{densidad de una especie x } 100}{\text{densidad de todas las especies}}$$

FR = Frecuencia relativa.

$$\text{frecuencia} = \frac{\text{No de cuadros (sitios)en que aparece la especie}}{\text{No de cuadros muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie x } 100}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}}$$

DR = Dominancia relativa (Área basal)

$$\text{Area Basal} = \left(\frac{\text{DAP}}{2}\right)^{2}\pi$$

$$\text{DmR} = \frac{\text{área basal de la especie x}}{\sum \text{área basas de todas las especies}} \times 100$$

Los valores del índice de valor de importancia siempre se expresan entre 1-300.

El **Índice del Valor de Importancia (IVI)**, se calculará mediante el uso del dato de área basal para árboles, mientras que para el estrato arbustivo se consideró el diámetro de las copas para el total de las áreas muestreadas y por tipo de comunidad, de acuerdo con Osorio et al. (1996), determinando de este modo, la cobertura, que es el área total medida expresada en m^2, calculada a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de las copas, como se presenta en la siguiente fórmula:

$$C = \langle((d1 + d2)/4)^2\rangle \times \pi$$

Dónde:

C = Cobertura promedio.
d1 = Primer diámetro de la cobertura de la copa.
d2 = Segundo diámetro de la cobertura de la copa.
π = 3.1416

Curvas de acumulación. Corresponden a métodos estadísticos -no paramétricos[7]- cuyo fin es demostrar la confiabilidad de los muestreos para medir la riqueza de las especies. Una curva de acumulación de especies es la gráfica del **número de especies observadas como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo o se utilizan para determinar el esfuerzo de muestreo que debe realizarse**. Se basa en la idea de la acumulación secuencial de individuos en una sola muestra, o la agrupación sucesiva de muestras de un solo conjunto de muestras que produce una curva de acumulación de especies, pero ésta no será una curva suave debido a la heterogeneidad espacial (o temporal) y efectos estocásticos simples.

Las curvas de acumulación permiten tres tipos de objetivos (Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001):

- Dar confiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir Inventarios confiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Cuando una curva de acumulación alcanza la asíntota se supone se alcanzó el valorar total de las especies existentes en un área de estudio. En ocasiones esto es complicado puesto que muchas de las especies que aún no se registran pueden ser probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión o bien procedentes de poblaciones estables externas (Moreno & Halffter, 2000).

Las curvas de acumulación pueden también ser usadas, para definir el esfuerzo de muestreo necesario o bien cuántas son las unidades de trampas pueden requerirse por unidad de tiempo y con ello asegurar el grado de efectividad del muestreo para cada uno de los grupos de vertebrados, previo a la realización de los trabajos de campo.

Las curvas de acumulación se usaron para medir la eficacia de los muestreos que se realizaron y conocer el número de individuos que aún faltan por registrar, este método es el mejor para evaluar la eficiencia del muestreo, estimar la riqueza máxima de especies presentes en la prospección a campo, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS 9.1.1 (Colwell, 2006). Esta función ocupa varios estimadores, de los cuales se emplearon cuatro que se adecuan a la resolución de nuestra muestra y que explicamos a continuación.

[7] El método no paramétrico es una rama de la estadística en la que no se supone que los datos provengan de modelos prescritos que están determinados por una pequeña cantidad de parámetros, un ejemplo de método no paramétrico es un histograma.

Para la determinación de dicha curva, se valora, la riqueza específica o Diversidad Alfa, que corresponde al número total de especies.

Índice de Chao 1:

Estimador basado en abundancia, su cálculo es:

$$\text{Chao1} = \text{Sobs} + \frac{\text{ni}^2}{2\text{n2}}$$

Dónde:
n = Especies encontradas una sola vez
2n = Especies encontradas dos veces
S = índice de diversidad alfa o número de especies

Bootstrap:

Este estimador de la riqueza de especies se basa en **la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie** j (Palmer, 199034; Krebs, 198935)

$$\text{Bootstrap} = \text{S} + \sum(1 - \text{pj})^{\text{n}}$$

Donde:
S = índice de diversidad alfa o número de especies
p = tamaño de la muestra o número de individuo por especie

III.1.1.8 Caracterización de la flora

La vegetación de la Mixteca constituye una referencia regional relevante para comprender la complejidad ecológica de la zona donde se inserta la RE. La investigación parte de que la Mixteca, localizada entre sistemas montañosos del sur de México, presenta una marcada heterogeneidad ambiental determinada por la interacción entre **fisiografía, altitud, clima, geología, suelos e hidrología**. Esta combinación de factores da origen a un mosaico de comunidades vegetales tropicales, templadas, áridas, semiáridas y riparias, cuya distribución responde tanto a gradientes climáticos-altitudinales como a condiciones edáficas y geomorfológicas particulares.

La región analizada por Guízar Nolazco, 2011[8], comprende principalmente el sur de Puebla y el noroeste de Oaxaca, en un intervalo altitudinal aproximado de **1,000 a 2,400 msnm**, lo que permite diferenciar ambientes correspondientes a la **Mixteca Baja** y la **Mixteca Alta**. Esta diferenciación resulta importante para el presente proyecto, **ya que la RE se ubica en un contexto serrano de transición**, donde confluyen elementos de bosques templados, vegetación secundaria y áreas agropecuarias, vinculados con condiciones de

[8] *Guizar Nolasco Enrique, 2011, La Vegetacion de la Mixteca. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de México.*

relieve abrupto, suelos someros o moderadamente desarrollados y procesos hidrológicos estacionales.

Para la Mixteca se describen 30 **tipos de vegetación**, agrupadas en tres grandes zonas ecológicas: **zonas tropicales**, **zonas templadas** y **zonas áridas-semiáridas**. Esta clasificación reconoce cuatro tipos de vegetación en ambientes tropicales, once en ambientes templados y quince en ambientes áridos y semiáridos, lo que evidencia la alta diversidad fisonómica, estructural y florística de la región.

De manera particular el autor señala que en la **Mixteca Baja** destacan comunidades como el **bosque tropical bajo caducifolio** y el **bosque tropical bajo de durifolios**, mientras que en las zonas montañosas de la **Mixteca Alta** adquieren relevancia los bosques templados de coníferas, encinos y asociaciones mixtas, como el **bosque templado mediano de aciculifolios**, el **bosque templado mediano de aciculidurifolios**, el **bosque templado mediano de durifolios** y el **bosque templado mediano palmatifoliado**. Esta diversidad confirma que la vegetación de la Mixteca no puede interpretarse como una unidad homogénea, sino como un sistema de mosaicos ecológicos altamente influido por la altitud, la orientación de laderas, el régimen de humedad y la historia de uso del suelo. Además de contar con comunidades azonales, cuya presencia no depende exclusivamente del clima regional, sino de condiciones particulares como corrientes de agua, suelos específicos o ambientes riparios. Este punto es relevante para la RE debido a la presencia de cauces intermitentes, escurrimientos de ladera y zonas de acumulación de humedad que pueden funcionar como microhábitats o corredores biológicos dentro del paisaje serrano.

Asimismo, desde una perspectiva ambiental, Guízar Nolazco, manifiesta que la cobertura vegetal de la Mixteca ha disminuido de manera importante durante el último siglo, mientras que las superficies con grados notables de erosión se han incrementado. Este proceso se asocia con el cambio de uso del suelo, la pérdida de vegetación, el abandono de prácticas agrícolas tradicionales, el sobrepastoreo y la presión sobre los recursos forestales. Esta condición coincide con lo observado para la RE, donde el paisaje actual presenta una combinación de vegetación secundaria, remanentes forestales, agricultura de temporal, pastizales inducidos y zonas con susceptibilidad erosiva.

En este sentido, la vegetación presente en la RE debe entenderse como parte de un sistema ambiental funcional, en el que la cobertura vegetal cumple un papel clave en la **protección del suelo, regulación del escurrimiento superficial, infiltración, estabilidad de laderas, conectividad ecológica y mantenimiento de hábitats para fauna silvestre**. Por ello, aun cuando existan áreas previamente intervenidas, los remanentes de vegetación y las comunidades secundarias mantienen valor ecológico y deben considerarse dentro de la evaluación de impactos y en la definición de medidas de prevención, mitigación, rescate, reubicación y restauración.

Para conocer con detalle las asociaciones vegetales de la RE definida para el proyecto, se realizó un trabajo de campo que tuvo una duración de 15 días en el mes de abril del 2026. Enseguida se describen los métodos utilizados.

[redacted]

III.1.1.8.1 Métodos de campo

Para la caracterización del componente florístico se consideraron las cubiertas vegetales forestales y/o nativas presentes en la RE, AI y AP, con el fin de reconocer la composición, estructura y estado de conservación de las comunidades vegetales vinculadas con el desarrollo de las obras y actividades del proyecto.

Como parte del análisis de gabinete, se revisaron las clasificaciones de vegetación aplicables a la región y se consultaron bases de datos especializadas, entre ellas el SNIB de la CONABIO y GBIF, con el propósito de integrar listados potenciales de especies de flora previamente registradas para la zona de estudio y su contexto regional. Estos listados sirvieron como referencia para orientar el diseño metodológico del trabajo de campo, incluyendo la selección de sitios de muestreo, los tipos de vegetación a verificar, el número de sitios y el tamaño de las unidades de muestreo.

El trabajo de campo se llevó a cabo del **15 de abril al 1 de mayo de 2026**, mediante muestreos dirigidos orientados a representar las principales cubiertas vegetales presentes en la RE, AI y AP. En total se establecieron **60 sitios de muestreo**, distribuidos en áreas representativas de las comunidades vegetales identificadas en campo y en la cartografía temática disponible.

Los sitios de muestreo consistieron en cuadrantes de **5 × 10 m**, en los cuales se registraron datos cuantitativos por individuo, incluyendo **especie, altura, cobertura y número de tallos**, conforme al estrato correspondiente. La información obtenida permitió describir la composición florística y la estructura de las comunidades vegetales, así como estimar parámetros de riqueza, abundancia, dominancia y equidad, útiles para valorar el estado de conservación o perturbación de la vegetación.

Durante los recorridos se registraron las especies observadas, coordenadas, tipo de vegetación, características del relieve, condiciones del suelo, estructura de la vegetación y evidencias de conservación o perturbación. Asimismo, se realizó registro fotográfico y, cuando fue necesario, colecta de material vegetal para apoyar la identificación taxonómica.

En cada sitio se colocó una estaca de madera como punto central del cuadrante y se registraron las coordenadas mediante GPS, con una precisión aproximada de **± 3 m**, empleando la proyección **UTM Zona 14, Datum WGS84**. Adicionalmente, se verificó el tipo de vegetación de cada sitio con base en la clasificación cartográfica de INEGI y en la observación directa en campo.

La identificación florística se realizó considerando el nombre científico y, en su caso, el nombre común o local de las especies presentes. Para ello se emplearon claves taxonómicas y referencias florísticas aplicables a la región.

Los sitios de muestreo se presentan en el **Cuadro III-23**, mientras que su distribución espacial se muestra en las **Figuras III-26 y III-27**.

CUADRO III-21 COORDENADAS UTM (ZONA 14 WGS84) DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AI) Y LA REGIÓN ECOLÓGICA

No	Zona	X	Y
002	AI	575560.1108	1912750.856
003	AI	575512.0748	1912516.82
004	AI	575536.5661	1912223.701
005	AI	576025.8798	1911697.06
006	AI	575878.8313	1911539.885
007	AI	576074.3656	1911119.242
008	AI	576126.2817	1911226.539
009	AI	576101.2585	1910512.89
010	AI	575999.4303	1910474.607
017	AI	573041.318	1908728.214
018	AP	573074.7188	1908754.113
021	AP	573368.2682	1908971.063
023	AP	573763.286	1909211.511
024	AP	573827.8493	1909225.386
025	AP	573875.8721	1909236.138
026	AP	573912.2666	1909254.084
027	AP	574071.9755	1909212.401
028	AP	574258.7189	1909367.302
029	AP	574298.88	1909400.526
030	AP	574361.3584	1909407.169
031	AP	574578.6544	1909577.894
032	AP	574608.8812	1909684.323
033	AP	575089.2043	1910012.789
034	AP	575085.0322	1910018.31
035	AP	575138.9473	1910041.737
036	AP	575796.2046	1911845.876
037	AP	575736.4219	1910228.924
038	AP	575738.9519	1910194.183
039	AP	575677.3215	1910158.624
040	AP	575611.2802	1910092.904
041	AP	575728.5478	1910083.214
042	AP	575773.5802	1910132.086
001	RE	575541.1319	1912790.208
011	RE	571466.057	1908990.855
012	RE	571431.7644	1909076.576
013	RE	572133.5575	1908189.057
014	RE	572923.4196	1907775.103
015	RE	572943.7644	1908451.604
016	RE	572927.616	1908477.549
019	RE	573002.637	1908874.114
020	RE	573027.6651	1908831.61
022	RE	573239.18	1909046.552
043	RE	577417.9088	1909483.641
044	RE	577075.8344	1909061.05
045	RE	577318.477	1908958.183
046	RE	578111.6229	1910262.388
047	RE	578367.7904	1910542.388
048	RE	576579.2643	1909783.309

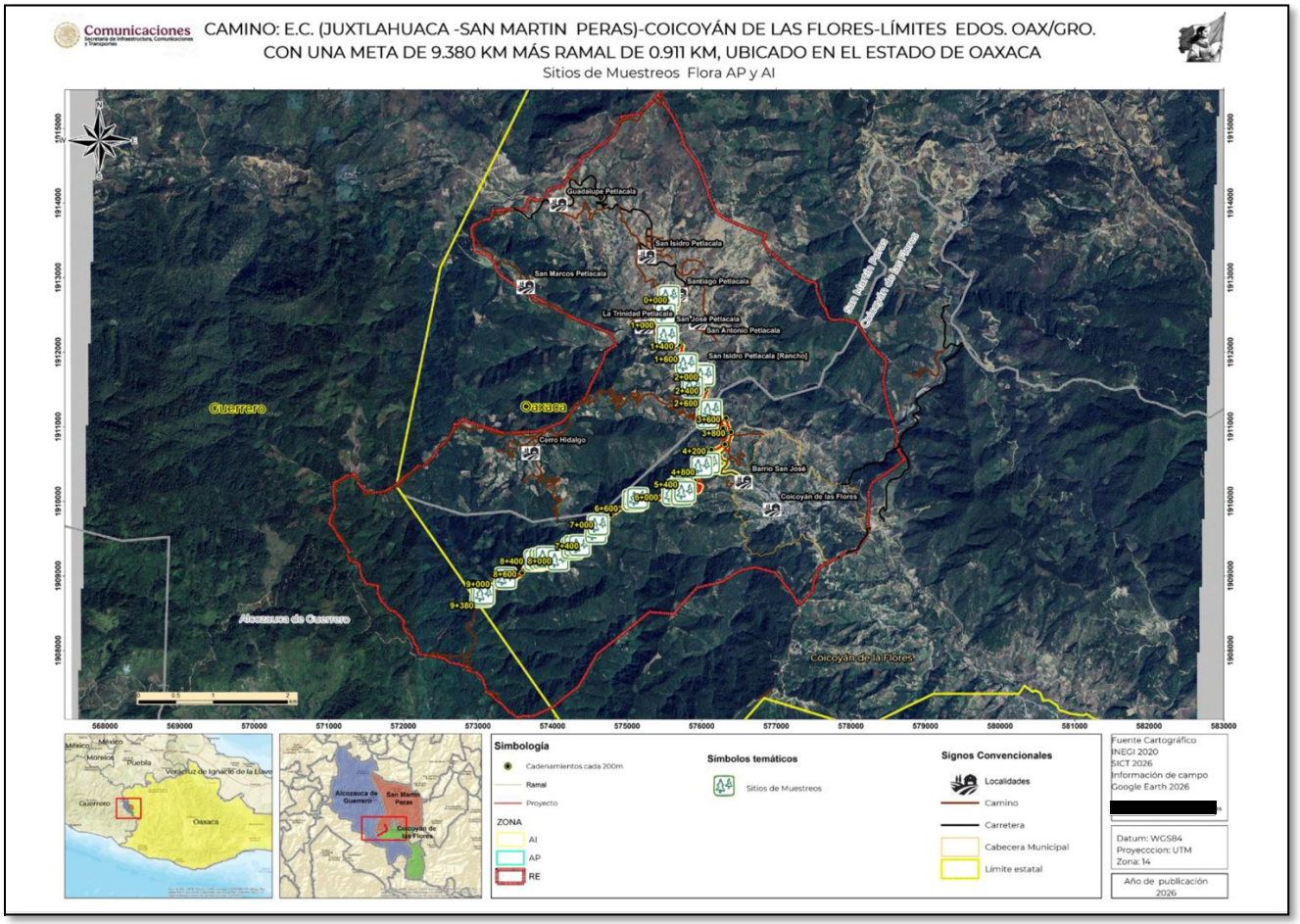
CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. CON UNA META DE 9.380 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

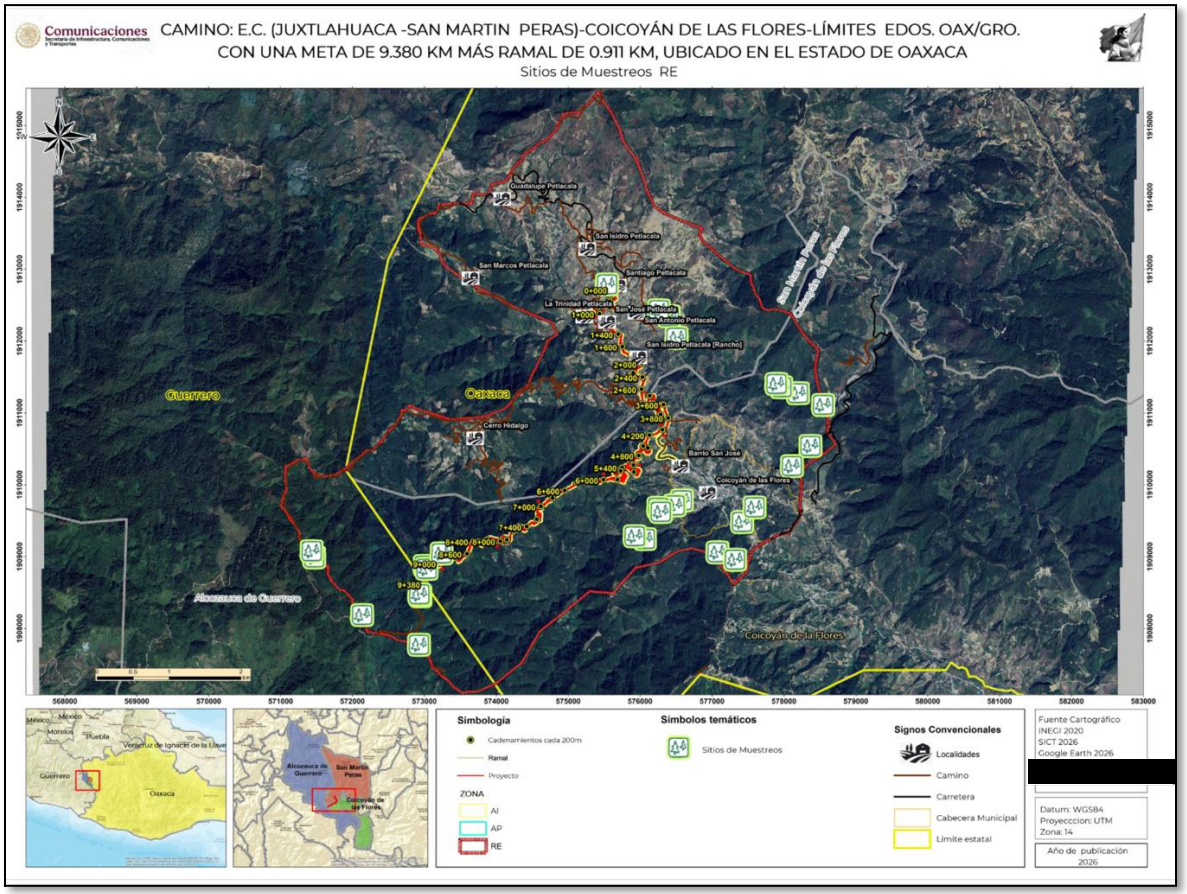
No	Zona	X	Y
049	RE	576477.5791	1909713.666
050	RE	576253.4187	1909680.198
051	RE	576286.1523	1909625.328
052	RE	576065.2867	1909246.021
053	RE	575923.4441	1909285.993
054	RE	576398.8764	1912348.411
055	RE	576505.126	1912046.326
056	RE	576262.2198	1912429.444
057	RE	577589.8764	1909686.648
058	RE	578544.3857	1911113.506
059	RE	578194.5966	1911276.252
060	RE	577962.9962	1911358.127
061	RE	577896.1804	1911404.453

FIGURA III-26 LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AI) Y ÁREA DEL PROYECTO (AP)



Elaboración propia con datos de campo

FIGURA III-27LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN LA RE



Elaboración propia con datos de campo

III.1.1.8.2 Tipos de vegetación y Listado de especies potenciales y registradas en campo de flora, en el RE, AP y en el AI.

III.1.1.8.2.1 Tipos de vegetación en la RE

De acuerdo con las observaciones de campo y los resultados del inventario realizado, se confirmó que la RE pertenece a la provincia biogeográfica **Sierra Madre del Sur** y a la subprovincia **Mixteca Alta** o **Mixteca Oaxaqueña**, con predominio de **bosques de encino, pino y pino-encino**, así como pequeños fragmentos de **bosque mesófilo de montaña**.

Específicamente, en la RE se registraron **encinares, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria** derivada de estos tipos de vegetación. Hacia las partes bajas y planas se localizan principalmente **asentamientos humanos**, rodeados por **áreas de cultivo** y zonas de **pastoreo extensivo**.

En las laderas con pendientes pronunciadas se observa un efecto de exposición. En las caras norte, correspondientes a las zonas más húmedas, se desarrollan bosques más diversos, principalmente **bosque mesófilo**, con alturas de **15 a 25 m**. En contraste, en las caras sur, más secas, la diversidad disminuye y los géneros **Quercus** y **Pinus** determinan el tipo de vegetación dominante.

Asimismo, en las cañadas protegidas se desarrollan bosques mesófilos con alturas de hasta **30 m**, donde se registró la mayor biodiversidad dentro de la RE.

III.1.1.8.2.2 Especies potenciales de flora en el RE

Para la integración del listado potencial de flora se consultaron registros históricos y georreferenciados disponibles en bases de datos especializadas, principalmente el **SNIB-CONABIO** y **GBIF**, con el propósito de identificar especies previamente registradas en la región que, por sus condiciones de distribución, afinidad ecológica y asociación con los tipos de vegetación presentes, pudieran encontrarse en la RE.

Los listados potenciales constituyen una herramienta de referencia para reconocer la riqueza florística esperada y orientar los trabajos de verificación en campo. Estos registros no implican necesariamente la presencia directa de todas las especies dentro del AP o AI, sino que corresponden a especies documentadas en el contexto regional y ambiental de la RE.

Como resultado de la revisión y depuración de los registros históricos y georreferenciados consultados, se integró un listado potencial conformado por **261 especies de flora**, agrupadas en **167 géneros, 66 familias y 31 órdenes**. La base original



incluyó **395 registros**, los cuales fueron revisados para eliminar duplicidades derivadas de registros repetidos o de la presencia de una misma especie en más de un municipio. Debido a la extensión del listado potencial, éste se presenta íntegramente en el **Anexo Fauna** mientras que en el **Cuadro III-22** se muestra una síntesis taxonómica de los registros obtenidos.

CUADRO III-22 RESUMEN DE REGISTROS ACORDE A LOS TAXONES FLORÍSTICOS POTENCIALES EN LA RE

Concepto	Total
Órdenes	31
Familias	66
Géneros	167
Especies	261

III.1.1.8.2.3 Listado de especies identificadas en el RE por tipo de vegetación

Como resultado de los inventarios de campo realizados en la RE, se registraron **94 especies de flora**, correspondientes a **41 familias**, todas incluidas dentro de la división **Tracheophyta**. La composición registrada refleja la presencia de comunidades templadas y de transición asociadas a bosques de pino-encino, bosques de encino, vegetación secundaria y ambientes húmedos de montaña.

Entre las familias con mayor representación destacan **Asteraceae, Fagaceae, Rubiaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, Pinaceae y Solanaceae**, lo que evidencia una composición florística diversa, integrada por elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos, epífitos y especies propias del sotobosque.

En cuanto al tipo de distribución, el listado incluye especies nativas, endémicas, exóticas y algunos registros identificados a nivel de género o con afinidad taxonómica. Destaca la presencia de especies endémicas como *Tillandsia prodigiosa*, *Elaphoglossum pringlei*, *Calliandra hirsuta*, *Quercus scytophylla*, *Ocotea candidovillosa*, *Cuphea jorullensis*, *Chaetogastra tortuosa*, *Miconia globulifera*, *Prosthechea aff. ghiesbreghtiana*, *Rhynchostele aff. candidula*, *Cleyera velutina*, *Pinus douglasiana*, *Pinus lawsonii*, *Deppea oaxacana*, *Salix paradoxa*, *Solanum mitlense* y *Styrax austromexicanus*.

CUADRO III-23 RESUMEN DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO SEGÚN SU IMPORTANCIA

Tipo de distribución	Número
Nativas	70
Endémicas	17
Exóticas	1
En categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010	3
Total	94

Respecto a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se registraron tres especies incluidas en alguna categoría de riesgo: *Carpinus caroliniana*, en la categoría de **Amenazada (A)**; *Ostrya virginiana*, sujeta a **Protección especial (Pr)**; y *Abies religiosa*, en la categoría de **Peligro de extinción (P)**. Estos registros deberán considerarse en la valoración del componente florístico y, en su caso, en la definición de medidas de prevención, protección, rescate o manejo ambiental aplicables al proyecto.

El **Cuadro III-24** presenta el listado de flora registrada en campo en la RE, indicando familia, especie, categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y tipo de distribución.

CUADRO III-24 LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN CAMPO EN LA RE

Familia	Especie	NOM-059	Tipo distribución
Actinidiaceae	*Saurauia aff. Villosa*		Nativa
Adoxaceae	*Viburnum hartwegii*		Nativa
Araliaceae	*Oreopanax xalapensis*		Nativa
Asparagaceae	*Yucca sp.*		-
Asteraceae	*Ageratina grandifolia*		Nativa
Asteraceae	*Ageratina mairetiana*		Nativa
Asteraceae	*Alloispermum integrifolium*		Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*		Nativa
Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*		Nativa
Asteraceae	*Bidens pilosa*		Nativa
Asteraceae	*Centropogon affinis*		Nativa
Asteraceae	*Erigeron karvinskianus*		Nativa
Asteraceae	*Pluchea carolinensis*		Nativa
Asteraceae	*Roldana sartorii*		Nativa
Asteraceae	*Rumfordia floribunda*		Nativa
Asteraceae	*Verbesina pseudovirgata*		Nativa
Betulaceae	*Alnus acuminata*		Nativa
Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	A	Nativa
Betulaceae	*Ostrya virginiana*	Pr	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*		Nativa
Cactaceae	*Disocactus speciosus*		Nativa
Caprifoliaceae	*Sambucus mexicana*		Nativa
Clethraceae	*Clethra lanata*		Nativa
Clethraceae	*Clethra mexicana*		Nativa
Convolvulaceae	*Ipomoea sp.*		-
Cupressaceae	*Cupressus benthamii var. Benthamii*		Nativa
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*		-
Dryopteridaceae	*Dryopteris wallichiana*		Nativa
Dryopteridaceae	*Elaphoglossum pringlei*		Endémica
Dryopteridaceae	*Polystichum sp.*		-
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*		Nativa
Ericaceae	*Gaultheria erecta*		Nativa
Ericaceae	*Vaccinium stenophyllum*		Nativa
Euphorbiaceae	*Bernardia aff. Oblanceolata*		Nativa
Fabaceae	*Calliandra hirsuta*		Endémica

Familia	Especie	NOM-059	Tipo distribución
Fabaceae	*Eysenhardtia adenostylis*		Nativa
Fabaceae	*Senna sp.*		Nativa
Fagaceae	*Quercus candicans*		Nativa
Fagaceae	*Quercus castanea*		Nativa
Fagaceae	*Quercus crassifolia*		Nativa
Fagaceae	*Quercus elliptica*		Nativa
Fagaceae	*Quercus laurina*		Nativa
Fagaceae	*Quercus peduncularis*		Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*		Nativa
Fagaceae	*Quercus scytophylla*		Endémica
Lamiaceae	*Salvia aff. clarkcowanii*		Nativa
Lamiaceae	*Salvia cinnabarina*		Nativa
Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*		Nativa
Lamiaceae	*Salvia sp.*		Nativa
Lauraceae	*Ocotea candidovillosa*		Endémica
Lauraceae	*Persea americana*		Nativa
Lithraceae	*Cuphea jorullensis*		Endémica
Melastomataceae	*Chaetogastra tortuosa*		Endémica
Melastomataceae	*Miconia glaberrima*		Nativa
Melastomataceae	*Miconia globulifera*		Endémica
Myricaceae	*Myrica serifera*		Nativa
Myrtaceae	*Myrcia splendens*		Nativa
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*		Nativa
Onagraceae	*Fuchsia arborescens*		Nativa
Orchidaceae	*Epidendrum aff. eximium*		Nativa
Orchidaceae	*Prosthechea aff. ghiesbreghtiana*		Endémica
Orchidaceae	*Rhynchostele aff.candidula*		Endémica
Pentaphylacaceae	*Cleyera velutina*		Endémica
Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*		Nativa
Pinaceae	*Abies religiosa*	P	Nativa
Pinaceae	*Pinus douglasiana*		Endémica
Pinaceae	*Pinus lawsonii*		Endémica
Piperaceae	*Piper hispidum*		Nativa
Polypodiaceae	*Phlebodium aureum*		Nativa
Pteridaceae	*Adiantum andicola*		Nativa
Pteridaceae	*Adiantum poiretii*		Nativa
Rosaceae	*Alchemilla orbiculata*		Nativa
Rosaceae	*Prunus persica*		Exótica
Rosaceae	*Prunus rhamnoides*		Nativa
Rosaceae	*Prunus serotina*		Nativa
Rosaceae	*Rubus adenotrichos*		Nativa
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*		Nativa
Rubiaceae	*Crusea coccinea*		Nativa
Rubiaceae	*Crusea coccinea var. coccinea*		Nativa
Rubiaceae	*Deppea oaxacana*		Endémica
Rubiaceae	*Palicourea sp.*		-
Rubiaceae	*Rogiera aff.langassei*		Nativa
Salicaceae	*Salix bonplandiana*		Nativa
Salicaceae	*Salix paradoxa*		Endémica
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata sub. Cordata*		Nativa
Smilacaceae	*Smilax sp.*		-

Familia	Especie	NOM-059	Tipo distribución
Solanaceae	*Solanum chrysotrichum*		Nativa
Solanaceae	*Solanum mitlense*		Endémica
Solanaceae	*Solanum nigricans*		Nativa
Styracaceae	*Styrax austromexicanus*		Endémica
Ulmaceae	*Aphananthe monoica*		Nativa
Verbenaceae	*Citharexylum affine*		Nativa



Pinus lawsoni



Tillandsia prodigiosa



Elaphoglossum pringlei



Quercus scytophylla



Pinus douglasiana



Carpinus carolineana

Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

III.1.1.8.3 Descripción de las comunidades de vegetación encontradas en la RE

Antes de describir de manera particular las comunidades de vegetación registradas en la RE, es importante señalar que su distribución responde a la combinación de condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas propias de la Mixteca Alta. La variación altitudinal, la orientación de laderas, la pendiente y la disponibilidad de humedad influyen directamente en la presencia y estructura de los distintos tipos de vegetación observados durante los recorridos de campo.

En este contexto, la RE presenta un mosaico de comunidades vegetales dominado por bosques templados, principalmente bosque de pino-encino y encinares, así como fragmentos de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria derivada de estos tipos de vegetación. Estas comunidades muestran distintos grados de conservación y modificación, asociados tanto a las condiciones naturales del relieve como al uso histórico del territorio.

Con base en los trabajos de campo y en la información de gabinete, a continuación se describen las principales comunidades de vegetación identificadas en la RE, considerando sus características fisonómicas, composición general y condiciones ambientales de desarrollo

III.1.1.8.3.1 Bosque mesófilo de montaña

De acuerdo con Rzedowski (1978), el bosque mesófilo de montaña se define como una comunidad arbórea perennifolia o subperennifolia que se desarrolla bajo condiciones de elevada humedad, con precipitaciones anuales que oscilan entre **1,000 y 3,000 mm**, temperaturas medias entre **12 y 23 °C**, y presencia frecuente de niebla o nubes a nivel del dosel.

Este tipo de vegetación se distribuye en laderas montañosas expuestas a vientos húmedos, generalmente entre los **600 y 3,000 msnm**. Se caracteriza por presentar un estrato arbóreo de altura media, entre **15 y 30 m**, así como abundancia de epífitas, entre ellas orquídeas, bromelias, helechos, musgos y hepáticas. También son frecuentes los helechos arborescentes, lianas y una alta diversidad de herbáceas. Se considera uno de los ecosistemas más diversos y con mayor número de especies endémicas de México, así como uno de los más amenazados.

Miranda y Hernández (1963) denominan a esta vegetación como **selva mediana o baja perennifolia**. La describen como una selva muy densa, localizada en regiones elevadas, entre **1,200 y 2,500 msnm**, principalmente en serranías y declives abruptos del Pacífico, por lo que presenta una extensión reducida. Se desarrolla bajo clima fresco, con temperatura promedio anual cercana a **18 °C**, escasa oscilación térmica, precipitación media superior a **1,500 mm**, temporada seca corta o ausente y nieblas frecuentes.

Para la Cuenca del Balsas, Miranda (1947) refirió la presencia de un bosque dominado por elementos tropicales de montaña, entre los que se encuentran *Meliosma dentata*, *Styrax ramirezii*, *Oreopanax jaliscana*, *O. xalapensis*, *Symplocos prionophylla*, *Zinowiewia concinna*, *Bocconia arborea*, *Fuchsia arborescens*, *Rapanea jurgensenii*, *Ardisia compressa*, *Ternstroemia pringlei*, *Cleyera integrifolia* y *Phoebe ehrenbergii*. Asimismo, señaló la presencia de especies de los géneros *Prunus*, *Garrya*, *Clethra*, *Ilex* y *Morus*, así como elementos de afinidad boreal, entre ellos *Carpinus caroliniana*, *Cornus disciflora*, *Tilia mexicana*, *Alnus* spp., *Fraxinus* spp. y *Quercus candicans*.

FIGURA III-28 FOTOGRAFÍA DE BOSQUE MESÓFILO EN LA RE



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

III.1.1.8.3.2 Bosque de pino-encino

El bosque de pino-encino corresponde a una comunidad vegetal templada subhúmeda, dominada por una mezcla de pinos y encinos. Con frecuencia se acompaña de otros árboles pertenecientes a géneros como *Arbutus*, *Alnus*, *Juníperos*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Prunus*, *Clethra* y *Ternstroemia*, entre otros.

Dependiendo de las especies dominantes y de las condiciones ambientales locales, esta comunidad puede presentar una fisonomía perennifolia o subperennifolia. Constituye una de las asociaciones vegetales más extensas de las zonas de clima templado o semifrío, semiseco o subhúmedo, con una época seca más o menos marcada.

Los bosques de pino-encino cubren grandes superficies en las sierras madres y en el Eje Neovolcánico, y se desarrollan en un amplio intervalo altitudinal, desde aproximadamente **800 hasta 3,200 msnm**.

En la RE, este tipo de vegetación se encuentra restringido a pequeños manchones, distribuidos principalmente en caras sur y laderas pronunciadas. En algunos sitios pueden dominar las especies de pino, aunque se mantiene la asociación con encinos y otros elementos arbóreos propios de ambientes templados.

FIGURA III-29 FOTOGRAFÍA DE VEGETACIÓN DE PINO ENCINO DEL RE



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

III.1.1.8.3.3 Encinar

Los encinares son bosques más o menos densos, con dominancia de encinos del género *Quercus*, generalmente de hojas persistentes. Las especies que integran estas comunidades varían de acuerdo con la localidad y las condiciones ecológicas, lo cual se relaciona con la amplia diversidad del género en México, donde se reconocen alrededor de **250 especies de *Quercus***.

La altura y densidad de los encinares están relacionadas con la humedad del clima. Los bosques más densos y de mayor porte se desarrollan en las serranías del centro y sur de México, comúnmente en contacto con bosques mesófilos de montaña o con las selvas medianas perennifolias descritas por Miranda y Hernández (1963).

FIGURA III-30 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN FLORÍSTICA EN SITIO DE MUESTREO CON PRESENCIA DE ENCINAR Y EPÍFITAS DENTRO DE LA RE.



FIGURA III-31 ENCINARES DE LA RE



III.1.1.8.3.4 Vegetación secundaria

En la RE, las zonas bajas y planas que coinciden con asentamientos humanos presentan modificaciones de la vegetación original, por lo que es posible encontrar especies introducidas y distintas etapas de degradación. En las áreas de cultivo, la vegetación ha perdido parte de su diversidad original, lo que ha favorecido la proliferación de especies herbáceas.

Hacia las zonas altas, la vegetación secundaria se presenta en distintos estados sucesionales, desde áreas de cultivo abandonadas hasta sitios donde se ha realizado extracción selectiva de madera. En estos últimos casos, aún se conservan tallas y elementos estructurales de la vegetación original.

Cabe señalar que, debido a la geografía sinuosa de la RE, las zonas alteradas tienden a perder suelo por efecto del arrastre asociado a la precipitación, favoreciendo procesos erosivos y la formación de cárcavas.

FIGURA III-32 PANORÁMICA QUE MUESTRA CAMBIOS DE USO DE SUELO Y EFECTOS DE EROSIÓN



III.1.1.8.4 Análisis de diversidad por tipo de cubierta vegetal en la RE

III.1.1.8.4.1 Diversidad del Bosque mesófilo

En la RE, el bosque mesófilo de montaña se distribuye principalmente en las zonas de mayor altitud asociadas a caras norte, así como en las partes bajas de cañadas protegidas, donde se mantienen condiciones de mayor humedad. Hacia el oeste de la localidad de Coicoyán de las Flores, este tipo de vegetación presenta mejores condiciones de conservación.

De acuerdo con los datos obtenidos en campo, las especies arbóreas dominantes corresponden a *Alnus acuminata*, *Quercus castanea*, *Quercus scytophylla*, *Prunus serotina*, *Quercus elliptica*, *Arbutus xalapensis*, *Pinus lawsonii*, *Clethra mexicana*, *Myrcia splendens* y *Carpinus caroliniana*. Esta composición florística, junto con la presencia de un estrato arbóreo con alturas de **15 a 35 m**, permite diferenciar esta comunidad como bosque mesófilo de montaña dentro de la RE.

FIGURA III-33 BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA. ESTRATO ARBÓREO Y SOTOBOSQUE



En el estrato arbustivo y de sotobosque se registraron especies indicadoras de ambientes húmedos de montaña, entre ellas *Oreopanax xalapensis*, *Dryopteris wallichiana*, *Ternstroemia lineata*, *Miconia globulifera*, *Styrax austromexicanus*, *Piper hispidum* y *Vaccinium stenophyllum*. Asimismo, se observaron elementos epífitos característicos, como helechos, bromelias y orquídeas, entre los que destacan *Epidendrum aff. eximium*, *Prosthechea aff. ghiesbreghtiana*, *Phlebodium aureum*, *Dryopteris wallichiana*, *Tillandsia prodigiosa* y *T. utriculata*.

El análisis estructural registró un total de **1,093 individuos** y **82 especies** para esta comunidad.

El valor de importancia ecológica muestra que las especies con mayor peso estructural dentro del bosque mesófilo fueron *Alnus acuminata* (**IVI = 36.995**), *Pteridium aquilinum* (**IVI = 24.680**), *Quercus castanea* (**IVI = 21.393**), *Quercus scytophylla* (**IVI = 17.763**) y *Prunus serotina* (**IVI = 15.586**). En conjunto, estas especies explican buena parte de la estructura y fisonomía de la comunidad, ya sea por su abundancia, frecuencia o dominancia relativa.

CUADRO III-25PRINCIPALES ESPECIES POR IVI EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

OI	Especie	IVI	Lectura ecológica
1	*Alnus acuminata*	36.995	Es la especie con mayor importancia estructural; destaca sobre todo por su alta dominancia relativa.
2	*Pteridium aquilinum*	24.680	Tiene la mayor abundancia de individuos; pesa mucho en el sotobosque/herbáceo.
3	*Quercus castanea*	21.393	Elemento arbóreo relevante por abundancia, frecuencia y dominancia.
4	*Quercus scytophylla*	17.763	Aunque no es muy abundante, tiene alta dominancia, por lo que aporta mucho a la estructura arbórea.
5	*Prunus serotina*	15.586	Especie frecuente y con buena dominancia dentro de la comunidad.
6	*Quercus elliptica*	12.617	Otro encino estructuralmente importante.
7	*Arbutus xalapensis*	9.458	Aporta al estrato arbóreo y a la composición típica de bosque templado húmedo.
8	*Dryopteris wallichiana*	6.529	Helecho relevante dentro del componente de sotobosque húmedo.
9	*Pinus lawsonii*	6.385	Conífera importante, aunque con menor abundancia relativa.
10	*Abies religiosa*	6.199	Muy relevante por su categoría NOM-059, aunque su IVI no sea de los más altos.

OI.- Orden de importancia

FIGURA III-34ELEMENTOS EPÍFITOS DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA. EPIDENDRUM AFF. EXIMIUM, PROSTHECHEA AFF. GHIESBREGHTIANA, PHLEBODIUM AUREUM, DRYOPTERIS WALLICHIANA, TILLANDSIA PRODIGIOSA Y T. UTRICULATA



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de **H = 2.898**, con una diversidad máxima de **Hmax = 4.407** y una equidad de **J = 0.658**, lo que indica una diversidad media-alta, con una distribución moderadamente equitativa de los individuos entre las especies registradas (**Cuadro III-26**).

Aunque el bosque mesófilo de montaña se reconoce generalmente como una vegetación de alta diversidad, en la zona de estudio los valores de diversidad se ven moderados por la homogeneidad estructural de algunos sitios. **No obstante, el número de especies registradas es alto en comparación con otras comunidades de la RE, ya que en el bosque mesófilo se registraron** 82 especies**, mientras que en los encinares se registraron** 34 especies**.**

El índice de diversidad es de H= 2.89, lo que indica una diversidad media alta. Si bien el bosque mesófilo de montaña se considera una vegetación de diversidad alta, la homogeneidad de la estructura de la vegetación en la zona de estudio hace que los valores de diversidad se vean reducidos. Sin embargo, el número de especies registradas es de 82, en contraste con los encinares que registraron 34 especies.

CUADRO III-26 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL BOSQUE MESÓFILO EN LA RE DEL PROYECTO

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	1093	100.000	225.000	100.000	6290.030	100.000	300.000
Alnus acuminata	65	5.947	14	6.222	1561.529	24.825	36.995
Pteridium aquilinum	199	18.207	12	5.333	71.715	1.140	24.680
Quercus castanea	77	7.045	12	5.333	567.052	9.015	21.393
Quercus scytophylla	15	1.372	7	3.111	835.257	13.279	17.763
Prunus serotina	42	3.843	10	4.444	459.080	7.299	15.586
Quercus elliptica	30	2.745	7	3.111	425.272	6.761	12.617
Arbutus xalapensis	39	3.568	6	2.667	202.707	3.223	9.458
Dryopteris wallichiana	42	3.843	3	1.333	85.076	1.353	6.529
Pinus lawsonii	12	1.098	4	1.778	220.746	3.509	6.385
Abies religiosa	8	0.732	3	1.333	260.016	4.134	6.199
Clethra mexicana	13	1.189	6	2.667	129.840	2.064	5.920
Quercus rugosa	14	1.281	5	2.222	133.044	2.115	5.618
Ageratina grandifolia	42	3.843	3	1.333	17.784	0.283	5.459
Ternstroemia lineata	35	3.202	3	1.333	37.605	0.598	5.133
Oreopanax xalapensis	26	2.379	4	1.778	54.656	0.869	5.025
Quercus peduncularis	17	1.555	4	1.778	98.758	1.570	4.903
Myrcia splendens	12	1.098	3	1.333	137.470	2.186	4.617
Chaetogastra tortuosa	29	2.653	4	1.778	3.482	0.055	4.486
Miconia globulifera	12	1.098	6	2.667	10.805	0.172	3.936
Solanum nigricans	20	1.830	3	1.333	23.240	0.369	3.533
Rubus adenotrichus	11	1.006	5	2.222	8.918	0.142	3.370
Bouvardia ternifolia	24	2.196	2	0.889	2.388	0.038	3.123
Prunus rhamnoides	9	0.823	3	1.333	54.405	0.865	3.022
Pinus douglasiana	2	0.183	2	0.889	113.168	1.799	2.871
Clethra lanata	12	1.098	3	1.333	26.443	0.420	2.852
Polystichum sp.	21	1.921	2	0.889	2.425	0.039	2.849
Baccharis conferta	14	1.281	2	0.889	24.139	0.384	2.554
Fraxinus uhdei	5	0.457	3	1.333	46.148	0.734	2.524
Carpinus caroliniana	7	0.640	2	0.889	61.289	0.974	2.504
Solanum chrysotrichum	8	0.732	3	1.333	26.980	0.429	2.494
Quercus candicans	3	0.274	3	1.333	53.330	0.848	2.456
Roldana sartorii	17	1.555	1	0.444	27.913	0.444	2.444
Styrax austromexicanus	4	0.366	2	0.889	68.983	1.097	2.352
Ostrya virginiana	3	0.274	2	0.889	68.573	1.090	2.254
Tillandsia utriculata	9	0.823	3	1.333	1.278	0.020	2.177
Gaultheria erecta	11	1.006	2	0.889	13.611	0.216	2.112
Quercus crassifolia	11	1.006	2	0.889	12.635	0.201	2.096
Phlebodium aureum	7	0.640	3	1.333	0.310	0.005	1.979
Miconia glaberrima	5	0.457	2	0.889	31.813	0.506	1.852
Prosthechea aff. ghiesbreghtiana	13	1.189	1	0.444	0.243	0.004	1.638
Smilax sp.	8	0.732	2	0.889	0.895	0.014	1.635
Cuphea jorullensis	7	0.640	2	0.889	4.693	0.075	1.604
Solanum mitlense	7	0.640	2	0.889	3.272	0.052	1.581
Piper hispidum	6	0.549	2	0.889	8.380	0.133	1.571

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Salvia aff. clarkcowanii	7	0.640	2	0.889	2.211	0.035	1.564
Saurauia aff. Villosa	5	0.457	2	0.889	13.169	0.209	1.556
Ocotea candidovillosa	2	0.183	1	0.444	56.941	0.905	1.533
Citharexylum affine	3	0.274	2	0.889	22.749	0.362	1.525
Rogiera aff.langassei	5	0.457	2	0.889	9.164	0.146	1.492
Adiantum poiretii	6	0.549	2	0.889	0.387	0.006	1.444
Buddleja cordata sub. Cordata	2	0.183	2	0.889	20.501	0.326	1.398
Sambucus mexicana	4	0.366	2	0.889	7.632	0.121	1.376
Vaccinium stenophyllum	4	0.366	2	0.889	7.059	0.112	1.367
Myrica serifera	2	0.183	2	0.889	11.702	0.186	1.258
Rumfordia floribunda	8	0.732	1	0.444	1.901	0.030	1.207
Ageratina mairetiana	2	0.183	2	0.889	7.261	0.115	1.187
Salix paradoxa	5	0.457	1	0.444	16.110	0.256	1.158
Salvia sp.	7	0.640	1	0.444	1.979	0.031	1.116
Ipomoea sp.	2	0.183	2	0.889	2.578	0.041	1.113
Adiantum andicola	2	0.183	2	0.889	0.248	0.004	1.076
Aphananthe monoica	6	0.549	1	0.444	5.107	0.081	1.075
Salix bonplandiana	1	0.091	1	0.444	33.183	0.528	1.063
Quercus laurina	4	0.366	1	0.444	13.220	0.210	1.021
Crusea coccinea var. coccinea	6	0.549	1	0.444	0.424	0.007	1.000
Cleyera velutina	1	0.091	1	0.444	25.967	0.413	0.949
Palicourea sp.	5	0.457	1	0.444	2.209	0.035	0.937
Crusea coccinea	4	0.366	1	0.444	4.909	0.078	0.888
Fuchsia arborescens	4	0.366	1	0.444	0.785	0.012	0.823
Erigeron karvinskianus	4	0.366	1	0.444	0.503	0.008	0.818
Bernardia aff. Oblanceolata	3	0.274	1	0.444	0.354	0.006	0.725
Bidens pilosa	1	0.091	1	0.444	11.045	0.176	0.712
Pluchea carolinensis	2	0.183	1	0.444	3.905	0.062	0.690
Eysenhardtia adenostylis	2	0.183	1	0.444	3.214	0.051	0.679
Viburnum hartwegii	2	0.183	1	0.444	2.262	0.036	0.663
Rhynchostele aff.candidula	2	0.183	1	0.444	0.043	0.001	0.628
Deppea oaxacana	1	0.091	1	0.444	2.835	0.045	0.581
Alloispermum integrifolium	1	0.091	1	0.444	0.332	0.005	0.541
Tillandsia prodigiosa	1	0.091	1	0.444	0.283	0.004	0.540
Salvia lanvanduloides	1	0.091	1	0.444	0.238	0.004	0.540
Disocactus speciosus	1	0.091	1	0.444	0.196	0.003	0.539
Epidendrum aff. eximium	1	0.091	1	0.444	0.049	0.001	0.537
Alchemilla orbiculata	1	0.091	1	0.444	0.005	0.000	0.536

El análisis de diversidad alfa para el bosque mesófilo de montaña registró una riqueza de **82 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.898**, una diversidad máxima de **Hmax = 4.407** y una equidad de **J = 0.658**. Estos valores indican una comunidad con diversidad media-alta y una distribución moderadamente equitativa de

los individuos entre las especies registradas. Si bien existe una elevada riqueza florística, algunas especies presentan mayor peso relativo dentro de la comunidad, lo que reduce parcialmente la equidad (**Cuadro III-27**).

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, de acuerdo con la columna **PI*LNPI**, son ***Alnus acuminata***, ***Quercus scytophylla***, ***Quercus castanea***, ***Prunus serotina***, ***Quercus elliptica***, ***Abies religiosa***, ***Pinus lawsonii*** y ***Arbutus xalapensis***. La mayoría de estas especies pertenecen al estrato arbóreo, lo que evidencia que la diversidad del bosque mesófilo no sólo se expresa en el sotobosque, sino también en la composición y estructura vertical del dosel.

CUADRO III-27 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE LA RE.

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	**1.000**	**-538.599**	**2.898**	**298.333**
Alnus acuminata	0.248	-1.393	0.346	11.163
Pteridium aquilinum	0.011	-4.474	0.051	0.705
Quercus castanea	0.090	-2.406	0.217	5.752
Quercus scytophylla	0.133	-2.019	0.268	12.860
Prunus serotina	0.073	-2.617	0.191	5.679
Quercus elliptica	0.068	-2.694	0.182	8.373
Arbutus xalapensis	0.032	-3.435	0.111	4.538
Dryopteris wallichiana	0.014	-4.303	0.058	0.631
Pinus lawsonii	0.035	-3.350	0.118	7.408
Abies religiosa	0.041	-3.186	0.132	9.750
Clethra mexicana	0.021	-3.880	0.080	6.777
Quercus rugosa	0.021	-3.856	0.082	7.679
Ageratina grandifolia	0.003	-5.868	0.017	0.933
Ternstroemia lineata	0.006	-5.120	0.031	1.173
Oreopanax xalapensis	0.009	-4.746	0.041	2.885
Quercus peduncularis	0.016	-4.154	0.065	4.347
Myrcia splendens	0.022	-3.823	0.084	3.192
Chaetogastra tortuosa	0.001	-7.499	0.004	0.650
Miconia globulifera	0.002	-6.367	0.011	1.483
Solanum nigricans	0.004	-5.601	0.021	1.670
Rubus adenotrichus	0.001	-6.559	0.009	1.127
Bouvardia ternifolia	0.000	-7.876	0.003	0.615
Prunus rhamnoides	0.009	-4.750	0.041	4.844
Pinus douglasiana	0.018	-4.018	0.072	10.200
Clethra lanata	0.004	-5.472	0.023	2.417
Polystichum sp.	0.000	-7.861	0.003	0.314
Baccharis conferta	0.004	-5.563	0.021	2.293
Fraxinus uhdei	0.007	-4.915	0.036	8.400
Carpinus caroliniana	0.010	-4.631	0.045	7.614
Solanum chrysotrichum	0.004	-5.452	0.023	2.663
Quercus candicans	0.008	-4.770	0.040	8.067
Roldana sartorii	0.004	-5.418	0.024	2.124
Styrax austromexicanus	0.011	-4.513	0.049	7.750

Ostrya virginiana	0.011	-4.519	0.049	6.367
Tillandsia utriculata	0.000	-8.501	0.002	0.483
Gaultheria erecta	0.002	-6.136	0.013	1.455
Quercus crassifolia	0.002	-6.210	0.012	6.218
Phlebodium aureum	0.000	-9.917	0.000	0.257
Miconia glaberrima	0.005	-5.287	0.027	4.520
Prosthechea aff. ghiesbreghtiana	0.000	-10.161	0.000	0.148
Smilax sp.	0.000	-8.858	0.001	0.525
Cuphea jorullensis	0.001	-7.201	0.005	0.886
Solanum mitlense	0.001	-7.561	0.004	2.071
Piper hispidum	0.001	-6.621	0.009	2.017
Salvia aff. clarkcowanii	0.000	-7.953	0.003	1.029
Saurauia aff. Villosa	0.002	-6.169	0.013	2.660
Ocotea candidovillosa	0.009	-4.705	0.043	12.000
Citharexylum affine	0.004	-5.622	0.020	3.467
Rogiera aff.langassei	0.001	-6.531	0.010	1.720
Adiantum poiretii	0.000	-9.695	0.001	0.333
Buddleja cordata sub. Cordata	0.003	-5.726	0.019	4.850
Sambucus mexicana	0.001	-6.714	0.008	3.600
Vaccinium stenophyllum	0.001	-6.792	0.008	2.700
Myrica serifera	0.002	-6.287	0.012	4.500
Rumfordia floribunda	0.000	-8.105	0.002	1.300
Ageratina mairetiana	0.001	-6.764	0.008	3.850
Salix paradoxa	0.003	-5.967	0.015	4.040
Salvia sp.	0.000	-8.064	0.003	1.300
Ipomoea sp.	0.000	-7.800	0.003	2.650
Adiantum andicola	0.000	-10.141	0.000	0.325
Aphananthe monoica	0.001	-7.116	0.006	3.600
Salix bonplandiana	0.005	-5.245	0.028	8.000
Quercus laurina	0.002	-6.165	0.013	5.025
Crusea coccinea var. coccinea	0.000	-9.604	0.001	0.400
Cleyera velutina	0.004	-5.490	0.023	16.000
Palicourea sp.	0.000	-7.954	0.003	1.600
Crusea coccinea	0.001	-7.156	0.006	6.000
Fuchsia arborescens	0.000	-8.988	0.001	1.000
Erigeron karvinskianus	0.000	-9.435	0.001	0.500
Bernardia aff. Oblanceolata	0.000	-9.784	0.001	1.033
Bidens pilosa	0.002	-6.345	0.011	7.000
Pluchea carolinensis	0.001	-7.384	0.005	2.600
Eysenhardtia adenostylis	0.001	-7.579	0.004	2.100
Viburnum hartwegii	0.000	-7.930	0.003	3.200
Rhynchostele aff.candidula	0.000	-11.903	0.000	0.100
Deppea oaxacana	0.000	-7.705	0.003	4.300
Alloispermum integrifolium	0.000	-9.850	0.001	1.600
Tillandsia prodigiosa	0.000	-10.010	0.000	1.000
Salvia lanvanduloides	0.000	-10.184	0.000	0.600
Disocactus speciosus	0.000	-10.375	0.000	1.000
Epidendrum aff. eximium	0.000	-11.761	0.000	0.250
Alchemilla orbiculata	0.000	-14.040	0.000	0.080
		S	82	
		H	2.898	

		Hmax	4.407	
		Equidad (J)	0.658	

Es importante señalar que en esta comunidad se registraron tres especies incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *Carpinus caroliniana*, en la categoría de **Amenazada (A)**; *Ostrya virginiana*, sujeta a **Protección especial (Pr)**; y *Abies religiosa*, en la categoría de **Peligro de extinción (P)**. La presencia de estas especies refuerza la importancia ecológica del bosque mesófilo de montaña dentro de la RE y deberá considerarse en la definición de medidas de prevención, protección y manejo ambiental del proyecto.

Cabe mencionar que para el estrato arbustivo se encontraron especies indicadoras de este tipo de vegetación como Oreopanax xalapensis, Dryopteris wallichiana, Ternstroemia lineata, Miconia globulifera, Styrax austromexicanu, Piper hispidum y Vaccinium stenophyllum. Otros elementos característicos son las especies epífitas como los helechos, bromelias y orquídeas.

III.1.1.8.4.2 Diversidad en el Bosque de Pino- Encino de la RE

En la RE, el bosque de pino-encino presenta una distribución restringida y se localiza principalmente en laderas con exposición sur, las cuales se encuentran más expuestas a la radiación solar y a condiciones de menor humedad. En estos sitios se presenta una asociación entre especies de pino y encino, que define la fisonomía de este tipo de vegetación.

Esta comunidad presenta un grado de alteración importante, debido a que se localiza en zonas bajas y relativamente cercanas a asentamientos humanos, donde se han desarrollado actividades de aprovechamiento y modificación de la cobertura vegetal. Esta condición se refleja en una estructura más abierta, menor riqueza florística y presencia de especies indicadoras de perturbación.

El estrato arbóreo presenta alturas de **8 a 17 m** y está compuesto principalmente por *Pinus douglasiana*, *Quercus elliptica*, *Quercus castanea*, *Quercus scytophylla* y *Clethra mexicana*. En el sotobosque se registraron elementos arbustivos y herbáceos como *Gaultheria erecta*, *Crusea coccinea* var. *coccinea*, *Chaetogastra tortuosa*, *Phlebodium aureum*, *Tillandsia utriculata* y *Pteridium aquilinum*.

FIGURA III-35 PANORÁMICAS DEL BOSQUE DE PINO ENCINO PRESENTE EN LA RE



De acuerdo con el IVI, las especies con mayor importancia ecológica dentro del bosque de pino-encino fueron *Pinus douglasiana* (**IVI = 70.497**), *Quercus elliptica* (**IVI = 49.603**) y *Quercus castanea* (**IVI = 48.989**). Estos valores indican que la estructura de la comunidad se encuentra fuertemente concentrada en pocas especies arbóreas dominantes. En particular, *Pinus douglasiana* destaca por su elevada dominancia relativa, mientras que *Quercus elliptica* presenta la mayor abundancia relativa dentro del conjunto muestreado.

También se registró un IVI relevante para *Clethra mexicana* (**24.849**) y *Gaultheria erecta* (**23.918**), especies que contribuyen a la estructura secundaria y al sotobosque de la comunidad. Por su parte, *Pteridium aquilinum* presentó un IVI de **14.368**, lo cual resulta relevante debido a que esta especie suele asociarse con condiciones de apertura del dosel, disturbio o regeneración secundaria, por lo que su presencia apoya la interpretación de un grado de perturbación en la vegetación.

El análisis de diversidad registró una riqueza de **14 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 1.499**, diversidad máxima de **Hmax = 2.639** y equidad de **J = 0.568**. Estos valores indican una diversidad media-baja y una distribución poco equitativa de los individuos entre especies, debido a la dominancia de pocos elementos arbóreos. En este sentido, el bosque de pino-encino de la RE presenta una composición menos diversa y estructuralmente más simplificada que el bosque mesófilo de montaña.

No obstante, esta comunidad mantiene importancia ecológica dentro de la RE, ya que conserva elementos arbóreos nativos de pino y encino, así como componentes de sotobosque y epífitas asociados a ambientes templados. Su presencia contribuye a la cobertura vegetal de laderas, protección del suelo y continuidad del mosaico forestal regional.

CUADRO III-28 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL BOSQUE DE PINO ENCINO DE LA RE DEL PROYECTO

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**101**	**100**	**25**	**100**	**657.553**	**100**	**300.000**
Pinus douglasiana	15	14.851	3	12	286.990	43.645	70.497
Quercus elliptica	26	25.743	3	12	77.990	11.861	49.603
Quercus castanea	11	10.891	2	8	197.909	30.098	48.989
Clethra mexicana	8	7.921	3	12	32.404	4.928	24.849
Gaultheria erecta	11	10.891	3	12	6.750	1.027	23.918
Pteridium aquilinum	6	5.941	2	8	2.812	0.428	14.368
Quercus scytophylla	3	2.970	1	4	26.083	3.967	10.937
Phlebodium aureum	2	1.980	2	8	0.167	0.025	10.006
Clethra lanata	5	4.950	1	4	4.541	0.691	9.641
Crusea coccinea var. coccinea	5	4.950	1	4	0.157	0.024	8.974
Tillandsia utriculata	4	3.960	1	4	0.094	0.014	7.975
Chaetogastra tortuosa	3	2.970	1	4	0.147	0.022	6.993
Arbutus xalapensis	1	0.990	1	4	11.045	1.680	6.670
Quercus peduncularis	1	0.990	1	4	10.463	1.591	6.581

El análisis de diversidad para el bosque de pino-encino registró una riqueza de **14 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 1.499**, una diversidad máxima de **Hmax = 2.639** y una equidad de **J = 0.568**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media-baja** y una distribución moderadamente desigual de los individuos entre las especies registradas, debido a la dominancia de pocos elementos arbóreos (**Cuadro III-29**).

CUADRO III-29 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL BOSQUE DE PINO-ENCINO DE LA RE.

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	1	-67.50828911	1.498927316	44.9702972
Pinus douglasiana	0.436	-0.829	0.362	7.78
Quercus elliptica	0.119	-2.132	0.253	2.684615385
Quercus castanea	0.301	-1.201	0.361	8.736363636
Clethra mexicana	0.049	-3.010	0.148	3.8
Gaultheria erecta	0.010	-4.579	0.047	0.981818182
Pteridium aquilinum	0.004	-5.455	0.023	0.866666667
Quercus scytophylla	0.040	-3.227	0.128	4.633333333
Phlebodium aureum	0.000	-8.279	0.002	0.225
Clethra lanata	0.007	-4.975	0.034	1.46
Crusea coccinea var. coccinea	0.000	-8.340	0.002	0.45
Tillandsia utriculata	0.000	-8.850	0.001	0.1525
Chaetogastra tortuosa	0.000	-8.404	0.002	0.4
Arbutus xalapensis	0.017	-4.087	0.069	6.3
Quercus peduncularis	0.016	-4.141	0.066	6.5
		S	14	
		H	1.499	
		Hmax	2.639	
		Equidad (J)	0.568	

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, de acuerdo con la columna **PI*LNPI**, son *Pinus douglasiana* (**0.362**), *Quercus castanea* (**0.361**), *Quercus elliptica* (**0.253**), *Clethra mexicana* (**0.148**) y *Quercus scytophylla* (**0.128**). Esto confirma que la composición y estructura del bosque de pino-encino se encuentra determinada principalmente por especies arbóreas de pino y encino, con una participación secundaria de otros elementos asociados al sotobosque.

La altura promedio registrada muestra que las especies de mayor porte corresponden a *Quercus castanea* (**8.74 m**), *Pinus douglasiana* (**7.78 m**), *Quercus peduncularis* (**6.5 m**) y *Arbutus xalapensis* (**6.3 m**), lo que permite reconocer la estructura vertical del estrato arbóreo. En contraste, especies como *Tillandsia utriculata*, *Phlebodium aureum*, *Chaetogastra tortuosa*, *Crusea coccinea* var. *coccinea* y *Pteridium aquilinum* presentan alturas bajas, propias de epífitas, helechos, herbáceas o elementos de sotobosque.

En conjunto, estos resultados indican que el bosque de pino-encino presenta una estructura más simple y menos diversa que el bosque mesófilo de montaña, con una composición dominada por pocas especies arbóreas y un sotobosque relativamente reducido.

III.1.1.8.4.3 Diversidad en el Encinar

La vegetación de encinar se distribuye ampliamente en la RE. A partir de la cota aproximada de **2,300 msnm**, la dominancia del género *Quercus* sobre las demás especies se vuelve notoria y otorga el carácter fisonómico principal de esta comunidad. En la RE, los encinares se desarrollan principalmente en las caras sur de las serranías.

El estrato arbóreo registra alturas entre **9 y 18 m** y se encuentra dominado principalmente por *Quercus elliptica*, *Quercus castanea* y *Quercus scytophylla*. En el estrato arbustivo predominan especies como *Clethra mexicana*, *Ternstroemia lineata*, *Arbutus xalapensis*, *Ageratina mairetiana*, *Prunus serotina* y *Baccharis conferta*. Por su parte, el estrato herbáceo está integrado por especies como *Phlebodium aureum*, *Chaetogastra tortuosa*, *Verbesina pseudovirgata* y *Rubus adenotrichus*.

FIGURA III-36PANORÁMICAS DE LOS ENCINARES DE LA RE



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

De acuerdo con el IVI, las especies con mayor importancia ecológica dentro del encinar fueron *Quercus elliptica* (**IVI = 72.027**), *Pteridium aquilinum* (**IVI = 30.785**), *Quercus castanea* (**IVI = 25.896**) y *Quercus scytophylla* (**IVI = 16.945**). Estos valores muestran que la estructura de la comunidad se encuentra definida principalmente por especies de *Quercus*, particularmente *Q. elliptica*, que concentra la mayor dominancia relativa (**45.193 %**) y la mayor abundancia relativa (**21.037 %**).

La presencia de *Pteridium aquilinum* con un IVI elevado indica una participación importante de esta especie en el sotobosque. Su alta abundancia relativa (**20.173 %**) y frecuencia relativa (**8.696 %**) sugieren condiciones de apertura o perturbación dentro del encinar, posiblemente asociadas a cambios en la cobertura, aprovechamiento selectivo o disturbios previos.

El análisis de diversidad registró una riqueza de **34 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.096**, una diversidad máxima de **Hmax = 3.526** y una equidad de **J = 0.594**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media**, pero con una distribución poco equitativa de los individuos entre especies, debido a la dominancia marcada de *Quercus elliptica* y de otros elementos estructurales del dosel.

En comparación con el bosque de pino-encino, el encinar presenta una mayor riqueza florística y un valor de diversidad más alto; sin embargo, mantiene una estructura relativamente concentrada en pocas especies dominantes. Esto permite interpretar al encinar como una comunidad de importancia intermedia dentro de la RE, con mayor complejidad que el bosque de pino-encino, pero menor riqueza y heterogeneidad que el bosque mesófilo de montaña (**Cuadro III-30**).

CUADRO III-30 ÍNDICES DE DIVERSIDAD LOS ENCINARES DE LA RE DEL PROYECTO

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**347**	**100**	**69**	**100.000**	**864.250**	**100.000**	**300.000**
Quercus elliptica	73	21.037	4	5.797	390.577	45.193	72.027
Pteridium aquilinum	70	20.173	6	8.696	16.564	1.917	30.785
Quercus castanea	28	8.069	3	4.348	116.494	13.479	25.896
Quercus scytophylla	12	3.458	3	4.348	78.982	9.139	16.945
Clethra mexicana	14	4.035	3	4.348	48.104	5.566	13.948
Ternstroemia lineata	13	3.746	3	4.348	27.432	3.174	11.268
Phlebodium aureum	14	4.035	4	5.797	2.073	0.240	10.072
Tillandsia utriculata	17	4.899	3	4.348	5.688	0.658	9.905
Chaetogastra tortuosa	16	4.611	3	4.348	1.751	0.203	9.161
Ageratina mairetiana	6	1.729	3	4.348	14.076	1.629	7.706
Clethra lanata	5	1.441	3	4.348	12.219	1.414	7.203
Pinus douglasiana	1	0.288	1	1.449	38.485	4.453	6.190
Citharexylum affine	7	2.017	2	2.899	4.962	0.574	5.490
Senna sp.	8	2.305	1	1.449	13.403	1.551	5.306
Alnus acuminata	1	0.288	1	1.449	28.274	3.272	5.009
Arbutus xalapensis	3	0.865	1	1.449	20.636	2.388	4.702
Baccharis conferta	5	1.441	2	2.899	2.892	0.335	4.674
Verbesina pseudovirgata	10	2.882	1	1.449	2.128	0.246	4.577
Rubus adenotrichus	4	1.153	2	2.899	2.837	0.328	4.380
Quercus candicans	2	0.576	2	2.899	6.560	0.759	4.234
Prunus serotina	3	0.865	2	2.899	3.860	0.447	4.210

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Vaccinium stenophyllum	3	0.865	2	2.899	2.867	0.332	4.095
Gaultheria erecta	3	0.865	2	2.899	1.281	0.148	3.911
Crusea coccinea var. coccinea	8	2.305	1	1.449	0.141	0.016	3.771
Solanum mitlense	2	0.576	2	2.899	0.567	0.066	3.541
Elaphoglossum pringlei	5	1.441	1	1.449	1.188	0.137	3.028
Centropogon affinis	2	0.576	1	1.449	8.310	0.961	2.987
Salvia lanvanduloides	5	1.441	1	1.449	0.795	0.092	2.982
Quercus rugosa	1	0.288	1	1.449	5.940	0.687	2.425
Cuphea jorullensis	2	0.576	1	1.449	1.816	0.210	2.236
Calliandra hirsuta	1	0.288	1	1.449	1.887	0.218	1.956
Rogiera aff.langassei	1	0.288	1	1.449	0.950	0.110	1.847
Solanum chrysotrichum	1	0.288	1	1.449	0.503	0.058	1.796
Tillandsia usneoides	1	0.288	1	1.449	0.008	0.001	1.738

El análisis de diversidad del encinar registró una riqueza de **34 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.096**, una diversidad máxima de **Hmax = 3.526** y una equidad de **J = 0.594**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media**, en la que existe una distribución moderadamente desigual de los individuos entre las especies registradas (**Cuadro III-31**).

La especie que más contribuye al valor de diversidad es *Quercus elliptica* (**PI*LNPI = 0.359**), seguida por *Quercus castanea* (**0.270**), *Quercus scytophylla* (**0.219**), *Clethra mexicana* (**0.161**), *Pinus douglasiana* (**0.139**), *Alnus acuminata* (**0.112**) y *Ternstroemia lineata* (**0.110**). Estos resultados muestran que la diversidad del encinar se encuentra principalmente asociada a especies arbóreas y arbustivas estructurantes, con predominio del género *Quercus*.

CUADRO III-31 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ENCINARES DE LA RE.

Especies	*PI*	*LNPI*	*PI*LNPI*	*Altura Promedio*
Total	***1.000***	***-178.067***	***2.096***	***94.702***
Quercus elliptica	*0.452*	*-0.794*	*0.359*	*3.500*
Pteridium aquilinum	*0.019*	*-3.955*	*0.076*	*0.590*
Quercus castanea	*0.135*	*-2.004*	*0.270*	*5.825*
Quercus scytophylla	*0.091*	*-2.393*	*0.219*	*5.708*
Clethra mexicana	*0.056*	*-2.889*	*0.161*	*4.386*
Ternstroemia lineata	*0.032*	*-3.450*	*0.110*	*2.085*
Phlebodium aureum	*0.002*	*-6.033*	*0.014*	*0.314*
Tillandsia utriculata	*0.007*	*-5.023*	*0.033*	*0.438*
Chaetogastra tortuosa	*0.002*	*-6.202*	*0.013*	*0.975*
Ageratina mairetiana	*0.016*	*-4.117*	*0.067*	*2.900*
Clethra lanata	*0.014*	*-4.259*	*0.060*	*4.000*
Pinus douglasiana	*0.045*	*-3.112*	*0.139*	*13.000*

Especies	*PI*	*LNPI*	*PI*LNPI*	*Altura Promedio*
Citharexylum affine	*0.006*	*-5.160*	*0.030*	*1.443*
Senna sp.	*0.016*	*-4.166*	*0.065*	*2.688*
Alnus acuminata	*0.033*	*-3.420*	*0.112*	*8.000*
Arbutus xalapensis	*0.024*	*-3.735*	*0.089*	*5.733*
Baccharis conferta	*0.003*	*-5.700*	*0.019*	*0.920*
Verbesina pseudovirgata	*0.002*	*-6.006*	*0.015*	*1.500*
Rubus adenotrichus	*0.003*	*-5.719*	*0.019*	*1.388*
Quercus candicans	*0.008*	*-4.881*	*0.037*	*4.700*
Prunus serotina	*0.004*	*-5.411*	*0.024*	*2.267*
Vaccinium stenophyllum	*0.003*	*-5.709*	*0.019*	*0.827*
Gaultheria erecta	*0.001*	*-6.514*	*0.010*	*0.767*
Crusea coccinea var. coccinea	*0.000*	*-8.718*	*0.001*	*0.300*
Solanum mitlense	*0.001*	*-7.328*	*0.005*	*0.950*
Elaphoglossum pringlei	*0.001*	*-6.590*	*0.009*	*0.400*
Centropogon affinis	*0.010*	*-4.644*	*0.045*	*3.600*
Salvia lanvanduloides	*0.001*	*-6.991*	*0.006*	*0.800*
Quercus rugosa	*0.007*	*-4.980*	*0.034*	*6.000*
Cuphea jorullensis	*0.002*	*-6.165*	*0.013*	*2.300*
Calliandra hirsuta	*0.002*	*-6.127*	*0.013*	*1.100*
Rogiera aff.langassei	*0.001*	*-6.813*	*0.007*	*3.000*
Solanum chrysotrichum	*0.001*	*-7.450*	*0.004*	*1.300*
Tillandsia usneoides	*0.000*	*-11.609*	*0.000*	*1.000*
		S	*34*	
		H	*2.096*	
		Hmax	*3.526*	
		Equidad (J)	*0.594*	

La equidad registrada (**J = 0.594**) indica que, aunque el encinar presenta una riqueza florística considerable, la distribución de los individuos no es completamente uniforme, ya que algunas especies concentran mayor proporción dentro de la comunidad. En particular, *Quercus elliptica* presenta el mayor valor de PI (**0.452**), lo que confirma su peso dominante en la composición del encinar.

En cuanto a la altura promedio, las especies de mayor porte registradas fueron *Pinus douglasiana* (**13.0 m**), *Alnus acuminata* (**8.0 m**), *Quercus rugosa* (**6.0 m**), *Quercus castanea* (**5.83 m**), *Arbutus xalapensis* (**5.73 m**) y *Quercus scytophylla* (**5.71 m**). Esto refleja la presencia de un estrato arbóreo definido, acompañado por especies arbustivas, herbáceas y epífitas de menor talla.

En conjunto, los resultados muestran que el encinar presenta una diversidad intermedia dentro de la RE, con dominancia de *Quercus elliptica* y participación de otros encinos, árboles asociados, arbustos, helechos y epífitas.

III.1.1.8.5 Diversidad de la Vegetación Secundaria del

En la RE, la vegetación secundaria se presenta principalmente en zonas bajas y en áreas con pendientes poco pronunciadas, donde la cobertura vegetal original ha sido modificada por el desarrollo de asentamientos humanos, actividades agrícolas, pastoreo y aprovechamiento de recursos forestales. Los manchones remanentes muestran un alto grado de alteración, pérdida de elementos arbóreos y presencia de especies introducidas.

FIGURA III-37VEGETACIÓN SECUNDARIA REGISTRADA EN LA RE.



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

El estrato arbóreo presenta alturas aproximadas de **6 a 12 m** y está compuesto principalmente por *Alnus acuminata*, *Persea americana*, *Fraxinus uhdei*, *Prunus serotina* y *Clethra mexicana*. En el estrato arbustivo se registraron especies como *Rubus adenotrichus*, *Baccharis conferta*, *Ageratina mairetiana*, *Solanum chrysotrichum* y *Solanum mitlense*. Por su parte, el estrato herbáceo está representado por especies como *Chaetogastra tortuosa*, *Salvia cinnabarina* y *Pluchea carolinensis*.

Entre las especies introducidas o asociadas a ambientes intervenidos se registraron *Yucca* sp., *Persea americana* y *Prunus persica*. La presencia de estas especies, junto con el predominio de arbustos, herbáceas y especies de rápido establecimiento, evidencia el grado de modificación de la vegetación original y la existencia de procesos de sucesión secundaria.

De acuerdo con el IVI, las especies con mayor importancia ecológica dentro de la vegetación secundaria fueron *Alnus acuminata* (**IVI = 69.003**), *Rubus adenotrichus* (**31.515**), *Chaetogastra tortuosa* (**26.471**), *Baccharis conferta* (**24.714**) y *Ageratina mairetiana* (**18.419**). Estos valores indican que la estructura de la comunidad se encuentra definida por una combinación de elementos arbóreos remanentes, principalmente *Alnus acuminata*, y especies arbustivas o herbáceas asociadas a condiciones de perturbación (**Cuadro III-32**).

CUADRO III-32 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA EN LA RE DEL PROYECTO

Especies	Total de Individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**79**	**100**	**20**	**100**	**208.936**	**100**	**300**
Alnus acuminata	9	11.392	2	10	99.477	47.611	69.003
Rubus adenotrichus	13	16.456	2	10	10.571	5.060	31.515
Chaetogastra tortuosa	16	20.253	1	5	2.545	1.218	26.471
Baccharis conferta	8	10.127	1	5	20.032	9.587	24.714
Ageratina mairetiana	10	12.658	1	5	1.590	0.761	18.419
Solanum chrysotrichum	3	3.797	2	10	6.178	2.957	16.754
Fraxinus uhdei	2	2.532	1	5	17.846	8.541	16.073
Yucca sp.	1	1.266	1	5	15.904	7.612	13.878
Persea americana	1	1.266	1	5	15.205	7.277	13.543
Solanum mitlense	6	7.595	1	5	0.342	0.164	12.758
Prunus serotina	1	1.266	1	5	9.621	4.605	10.871
Salvia cinnabarina	4	5.063	1	5	0.950	0.455	10.518
Clethra mexicana	1	1.266	1	5	5.309	2.541	8.807
Prunus persica	1	1.266	1	5	1.651	0.790	7.056
Buddleja cordata sub. Cordata	1	1.266	1	5	0.636	0.304	6.570
Pluchea carolinensis	1	1.266	1	5	0.636	0.304	6.570
Barkleyanthus salicifolius	1	1.266	1	5	0.442	0.211	6.477

Destaca *Alnus acuminata*, que presenta la mayor dominancia relativa (**47.611 %**), lo que indica que, aunque no es la especie más abundante, aporta de manera importante a la estructura vertical de la comunidad. En contraste, *Chaetogastra tortuosa* registra la mayor abundancia relativa (**20.253 %**), pero con baja dominancia, lo cual refleja su carácter herbáceo y su aporte principalmente al estrato bajo.

El análisis de diversidad registró una riqueza de **17 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 1.878**, una diversidad máxima de **Hmax = 2.833** y una equidad de **J = 0.663**. Estos valores indican una diversidad media-baja, aunque con una distribución relativamente más equitativa que la observada en el bosque de pino-encino y el encinar. Esto sugiere que, si bien la vegetación secundaria presenta menor riqueza y mayor grado de alteración, la abundancia de individuos se distribuye de manera menos concentrada entre las especies registradas.

En conjunto, la vegetación secundaria de la RE refleja áreas con modificación de la cobertura original, presencia de especies introducidas, reducción de elementos arbóreos y avance de especies arbustivas y herbáceas. No obstante, estos manchones mantienen funciones ambientales relevantes, al conservar cobertura vegetal, proteger parcialmente el suelo y representar etapas sucesionales dentro del mosaico vegetal regional.

CUADRO III-33 ÍNDICES DE DIVERSIDAD LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE LA RE DEL PROYECTO

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	1	-67.682	1.878	2.387
Alnus acuminata	0.476	-0.742	0.353	6.978
Rubus adenotrichus	0.051	-2.984	0.151	1.077
Chaetogastra tortuosa	0.012	-4.408	0.054	0.800
Baccharis conferta	0.096	-2.345	0.225	2.563
Ageratina mairetiana	0.008	-4.878	0.037	1.500
Solanum chrysotrichum	0.030	-3.521	0.104	2.100
Fraxinus uhdei	0.085	-2.460	0.210	6.600
Yucca sp.	0.076	-2.575	0.196	7.000
Persea americana	0.073	-2.620	0.191	8.500
Solanum mitlense	0.002	-6.416	0.010	0.333
Prunus serotina	0.046	-3.078	0.142	8.500
Salvia cinnabarina	0.005	-5.393	0.025	0.800
Clethra mexicana	0.025	-3.673	0.093	7.500
Prunus persica	0.008	-4.840	0.038	3.500
Buddleja cordata sub. Cordata	0.003	-5.794	0.018	1.600
Pluchea carolinensis	0.003	-5.794	0.018	1.100
Barkleyanthus salicifolius	0.002	-6.159	0.013	1.100
		S	17	
		H	1.878	
		Hmax	2.833	
		Equidad (J)	0.663	

El análisis de diversidad de la vegetación secundaria registró una riqueza de **17 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 1.878**, una diversidad máxima de **Hmax = 2.833** y una equidad de **J = 0.663**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media-baja**, asociada a condiciones de modificación de la vegetación original, pero con una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre varias especies (**Cuadro III-34**).

CUADRO III-34 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA ZONAS CON CUBIERTA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DE LA RE.

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	1	-67.682	1.878	2.387
Alnus acuminata	0.476	-0.742	0.353	6.978

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Rubus adenotrichus	0.051	-2.984	0.151	1.077
Chaetogastra tortuosa	0.012	-4.408	0.054	0.800
Baccharis conferta	0.096	-2.345	0.225	2.563
Ageratina mairetiana	0.008	-4.878	0.037	1.500
Solanum chrysotrichum	0.030	-3.521	0.104	2.100
Fraxinus uhdei	0.085	-2.460	0.210	6.600
Yucca sp.	0.076	-2.575	0.196	7.000
Persea americana	0.073	-2.620	0.191	8.500
Solanum mitlense	0.002	-6.416	0.010	0.333
Prunus serotina	0.046	-3.078	0.142	8.500
Salvia cinnabarina	0.005	-5.393	0.025	0.800
Clethra mexicana	0.025	-3.673	0.093	7.500
Prunus persica	0.008	-4.840	0.038	3.500
Buddleja cordata sub. Cordata	0.003	-5.794	0.018	1.600
Pluchea carolinensis	0.003	-5.794	0.018	1.100
Barkleyanthus salicifolius	0.002	-6.159	0.013	1.100
		S	17	
		H	1.878	
		Hmax	2.833	
		Equidad (J)	0.663	

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, de acuerdo con la columna **PI*LNPI**, son *Alnus acuminata* (**0.353**), *Baccharis conferta* (**0.225**), *Fraxinus uhdei* (**0.210**), *Yucca* sp. (**0.196**), *Persea americana* (**0.191**), *Rubus adenotrichus* (**0.151**) y *Prunus serotina* (**0.142**). Esta composición refleja la presencia de elementos arbóreos remanentes, especies arbustivas y especies asociadas a ambientes intervenidos.

El valor de equidad (**J = 0.663**) muestra que, aunque la vegetación secundaria presenta menor riqueza que el bosque mesófilo y el encinar, los individuos se distribuyen de manera relativamente menos concentrada entre las especies registradas. Esto sugiere una comunidad en proceso de reorganización, donde coexisten árboles remanentes, arbustos, herbáceas y especies introducidas o favorecidas por la perturbación.

En cuanto a la altura promedio, las especies de mayor porte registradas fueron *Persea americana* y *Prunus serotina* (**8.5 m**), *Clethra mexicana* (**7.5 m**), *Yucca* sp. (**7.0 m**), *Alnus acuminata* (**6.978 m**) y *Fraxinus uhdei* (**6.6 m**). Estas especies conforman el componente arbóreo remanente de la vegetación secundaria, mientras que especies como *Chaetogastra tortuosa*, *Salvia cinnabarina*, *Rubus adenotrichus*, *Pluchea carolinensis* y *Barkleyanthus salicifolius* representan principalmente el estrato bajo, arbustivo o herbáceo.

En conjunto, estos resultados muestran que la vegetación secundaria de la RE presenta una composición florística simplificada respecto a las comunidades forestales mejor conservadas, pero mantiene elementos estructurales relevantes y una distribución

moderadamente equitativa de especies, lo que permite reconocerla como una etapa sucesional dentro del mosaico vegetal regional.

III.1.1.8.6 Descripción de las comunidades de vegetación encontradas en el AP y el AI

Para el AP y AI se registraron **47 especies de flora**, distribuidas en **27 familias**. Esta composición refleja la presencia de comunidades vegetales asociadas principalmente a bosques templados, vegetación secundaria y elementos de transición vinculados con las condiciones de ladera, humedad y uso del suelo observadas en la zona de estudio.

CUADRO III-35 RESUMEN DE TIPO DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL AP Y AI

Concepto	Total
Familias	27
Especies registradas	47
Especies endémicas	7
Especies exóticas	2
Especies en NOM-059 en AP	0

Del total de especies registradas, **siete se consideran endémicas de México**: *Quercus scytophylla*, *Quercus xalapensis*, *Chaetogastra tortuosa*, *Miconia globulifera*, *Pinus lawsonii*, *Chiococca aff. oaxacana* y *Solanum mitlense*. La presencia de estas especies resulta relevante, ya que evidencia que, aun dentro de una zona con distintos grados de intervención, el AP y AI conservan elementos florísticos de importancia biogeográfica.

Asimismo, se registraron **dos especies exóticas**: *Annona cherimola* y *Brugmansia versicolor*, asociadas principalmente a condiciones de manejo, cercanía con asentamientos humanos o áreas modificadas. Su presencia confirma la influencia antrópica en algunos sectores del AP y AI.

Cabe señalar que, durante los trabajos de campo, **no se registraron especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del AP**. No obstante, la presencia de especies endémicas y de elementos nativos asociados a bosques de encino, pino-encino y vegetación secundaria permite reconocer la importancia de mantener medidas de manejo preventivo durante el desarrollo del proyecto.

Entre las familias registradas destacan **Asteraceae, Fagaceae, Rubiaceae, Solanaceae, Pteridaceae, Ericaceae y Rosaceae**, las cuales agrupan especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y epífitas. En particular, la familia **Fagaceae** presenta una representación importante mediante especies de *Quercus*, como *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. elliptica*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa*, *Q. scytophylla* y *Q. xalapensis*, lo que confirma la relevancia de los encinares y asociaciones templadas dentro del AP y AI.

En conjunto, el listado florístico registrado para el AP y AI muestra una comunidad vegetal compuesta principalmente por especies nativas, con presencia puntual de especies endémicas y exóticas. Esta composición permite caracterizar el área como parte

del mosaico vegetal de la RE, en el que convergen elementos de bosque templado, vegetación secundaria y áreas con influencia antrópica.

CUADRO III-36 REGISTROS DE ESPECIES DE FLORA EN EL AI Y EL AP

Familia	Especie	NOM-059	Tipo distribución
Amaranthaceae	*Amaranthus aff. Hypochondriacus*		Nativa
Annonaceae	*Annona cherimola*		Exótica
Asteraceae	*Ageratina mairetiana*		Nativa
Asteraceae	*Alloispermum integrifolium*		Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*		Nativa
Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*		Nativa
Asteraceae	*Pluchea carolinensis*		Nativa
Asteraceae	*Roldana lobata*		Nativa
Asteraceae	*Verbesina liebmannii*		Nativa
Betulaceae	*Alnus acuminata*		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*		Nativa
Clethraceae	*Clethra mexicana*		Nativa
Cupressaceae	*Cupressus benthamii var. Benthamii*		Nativa
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*		-
Dryopteridaceae	*Polystichum sp.*		-
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*		Nativa
Ericaceae	*Gaultheria erecta*		Nativa
Fabaceae	*Phaseolus coccineus*		Nativa
Fagaceae	*Quercus candicans*		Nativa
Fagaceae	*Quercus castanea*		Nativa
Fagaceae	*Quercus elliptica*		Nativa
Fagaceae	*Quercus peduncularis*		Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*		Nativa
Fagaceae	*Quercus scytophylla*		Endémica
Fagaceae	*Quercus xalapensis*		Endémica
Flacourtiaceae	*Xylosma flexuosa*		Nativa
Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*		Nativa
Melastomataceae	*Chaetogastra tortuosa*		Endémica
Melastomataceae	*Miconia globulifera*		Endémica
Myrtaceae	*Myrcia splendens*		Nativa
Namaceae	*Wigandia urens*		Nativa
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*		Nativa
Pentaphylacaceae	*Ternstroemia lineata*		Nativa
Pinaceae	*Pinus lawsonii*		Endémica
Pteridaceae	*Adiantum andicola*		Nativa
Pteridaceae	*Adiantum poiretii*		Nativa
Rosaceae	*Prunus serotina*		Nativa
Rosaceae	*Rubus adenotrichos*		Nativa
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*		Nativa
Rubiaceae	*Chiococca aff. oaxacana*		Endémica
Rubiaceae	*Rogiera aff.langassei*		Nativa

Familia	Especie	NOM-059	Tipo distribución
Salicaceae	*Salix bonplandiana*		Nativa
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata sub. Cordata*		Nativa
Solanaceae	*Brugmansia versicolor*		Exótico
Solanaceae	*Solanum chrysotrichum*		Nativa
Solanaceae	*Solanum mitlense*		Endémica
Verbenaceae	*Citharexylum affine*		Nativa

III.1.1.8.6.1 Bosque mesófilo en e l AP y AI

El bosque mesófilo de montaña se distribuye a todo lo largo del proyecto entre los kilómetros 6+500 al 9+380. Debido a la presencia del camino de terracería, estas zonas anexas se encuentran perturbadas o en algún tipo de sucesión secundaria como consecuencia del pastoreo, cultivo temporal y la extracción selectiva de madera. Las especies con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo son *Alnus acuminata, Quercus elliptica, Quercus castanea, Quercus rugosa, Prunus serotina, Pinus lawsonii, Quercus peduncularis, Arbutus xalapensis,* Myrcia splendens y *Clethra mexicana*. El rango de altura para esta vegetación se encuentra entre los 8 a 15 m.

FIGURA III-38 PANORÁMICA DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DISTRIBUIDO EN EL ÁREA DEL PROYECTO



Fotografía tomada por el Biólogo Juan Pablo Abascal

En el sotobosque se observó a *Gaultheria erecta*, Pteridium aquilinum, *Baccharis conferta, Bouvardia ternifolia, Verbesina liebmannii, Rubus adenotrichus, Chaetogastra tortuosa, Pluchea carolinensis, Solanum mitlense, Ageratina mairetiana, Citharexylum affine, Wigandia manso y Buddleja cordata sub. Cordata.* Asimismo, se presentaron epífitas y helechos como, *Tillandsia utriculata* y *Adiantum andicola*.

El índice de diversidad es de H=2.25, lo cual indica una diversidad media y una riqueza de 25 especies. Cabe señalar que en el Área del Proyecto **no se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.** Sin embargo, esto no exime que estén presentes en el AP.

La composición florística registrada en el AP y AI evidencia una zona con grado de perturbación importante, asociado a la cercanía con asentamientos humanos, áreas de cultivo, caminos y aprovechamientos previos de la vegetación. Esta condición se refleja en la presencia de vegetación secundaria, especies exóticas y una riqueza florística menor respecto de la RE. No obstante, la presencia de especies nativas y endémicas indica que estos espacios aún conservan elementos de valor ecológico dentro del mosaico vegetal regional, por lo que deberán considerarse medidas preventivas orientadas a evitar la pérdida adicional de cobertura vegetal, controlar la dispersión de especies introducidas y proteger los individuos nativos durante el desarrollo del proyecto.

CUADRO III-37 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DEL BOSQUE MESÓFILO EN EL AI Y AP

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**395**	**100.000**	**90.000**	**100.000**	**2002.981**	**100.000**	**300.000**
Alnus acuminata	45	11.392	9	10.000	551.424	27.530	48.923
Quercus elliptica	64	16.203	8	8.889	438.608	21.898	46.989
Quercus castanea	24	6.076	7	7.778	189.440	9.458	23.312
Gaultheria erecta	69	17.468	4	4.444	21.430	1.070	22.983
Quercus rugosa	19	4.810	8	8.889	172.210	8.598	22.297
Prunus serotina	14	3.544	6	6.667	106.857	5.335	15.546
Pinus lawsonii	7	1.772	4	4.444	142.151	7.097	13.314
Pteridium aquilinum	29	7.342	4	4.444	9.941	0.496	12.283
Quercus peduncularis	10	2.532	4	4.444	92.422	4.614	11.590
Arbutus xalapensis	12	3.038	4	4.444	52.624	2.627	10.110
Baccharis conferta	17	4.304	3	3.333	38.131	1.904	9.541
Clethra mexicana	11	2.785	3	3.333	62.720	3.131	9.249
Bouvardia ternifolia	25	6.329	1	1.111	1.485	0.074	7.514
Verbesina liebmannii	4	1.013	4	4.444	33.083	1.652	7.109

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Rubus adenotrichus	13	3.291	2	2.222	16.063	0.802	6.315
Myrcia splendens	3	0.759	3	3.333	31.121	1.554	5.647
Chaetogastra tortuosa	9	2.278	2	2.222	1.858	0.093	4.593
Pluchea carolinensis	3	0.759	3	3.333	6.493	0.324	4.417
Solanum mitlense	6	1.519	2	2.222	4.932	0.246	3.987
Ageratina mairetiana	2	0.506	2	2.222	17.155	0.856	3.585
Tillandsia utriculata	4	1.013	2	2.222	0.785	0.039	3.274
Citharexylum affine	2	0.506	2	2.222	6.099	0.304	3.033
Wigandia manso	1	0.253	1	1.111	4.524	0.226	1.590
Buddleja cordata sub. Cordata	1	0.253	1	1.111	1.227	0.061	1.426
Adiantum andicola	1	0.253	1	1.111	0.196	0.010	1.374

El análisis de diversidad para el **AP y AI** registró una riqueza de **25 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.259**, una diversidad máxima de **Hmax = 3.219** y una equidad de **J = 0.702**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media** y una distribución relativamente equitativa de los individuos entre las especies registradas (**Cuadro III-38**)

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, de acuerdo con la columna **PI*LNPI**, son *Alnus acuminata* (**0.355**), *Quercus elliptica* (**0.333**), *Quercus castanea* (**0.223**), *Quercus rugosa* (**0.211**), *Pinus lawsonii* (**0.188**), *Prunus serotina* (**0.156**), *Quercus peduncularis* (**0.142**) y *Clethra mexicana* (**0.108**). Estos resultados muestran que la diversidad del AP y AI está asociada principalmente a especies arbóreas nativas de bosques templados, particularmente del género *Quercus*, además de *Alnus acuminata* y *Pinus lawsonii*.

El valor de equidad (**J = 0.702**) muestra que la comunidad presenta una distribución relativamente balanceada entre sus especies, sin una concentración extrema en un solo taxón. Esta condición indica que, aun cuando existen señales de perturbación, los remanentes vegetales mantienen una composición florística funcional, integrada por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.

En cuanto a la altura promedio, las especies de mayor porte fueron *Quercus peduncularis* (**7.690 m**), *Alnus acuminata* (**7.333 m**), *Myrcia splendens* (**7.100 m**), *Quercus rugosa* (**6.553 m**), *Verbesina liebmannii* (**6.500 m**) y *Pinus lawsonii* (**6.207 m**). Estos valores reflejan la presencia de un estrato arbóreo todavía reconocible, aunque combinado con especies de menor talla propias del sotobosque y de vegetación secundaria.

En conjunto, los resultados indican que el AP y AI presentan una comunidad vegetal con perturbación previa, pero con diversidad media, equidad relativamente alta y presencia de elementos nativos estructurantes. Por ello, estas áreas deben interpretarse como espacios modificados, pero no carentes de valor ecológico dentro del mosaico vegetal de la RE.

CUADRO III-38 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL BOSQUE MESÓFILO DE LA AI Y AP.

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	**1.000**	**-117.322**	**2.259**	**93.485**
Alnus acuminata	0.275	-1.290	0.355	7.333
Quercus elliptica	0.219	-1.519	0.333	5.808
Quercus castanea	0.095	-2.358	0.223	5.913
Gaultheria erecta	0.011	-4.538	0.049	0.538
Quercus rugosa	0.086	-2.454	0.211	6.553
Prunus serotina	0.053	-2.931	0.156	4.064
Pinus lawsonii	0.071	-2.646	0.188	6.207
Pteridium aquilinum	0.005	-5.306	0.026	0.645
Quercus peduncularis	0.046	-3.076	0.142	7.690
Arbutus xalapensis	0.026	-3.639	0.096	4.125
Baccharis conferta	0.019	-3.961	0.075	1.735
Clethra mexicana	0.031	-3.464	0.108	5.909
Bouvardia ternifolia	0.001	-7.207	0.005	0.150
Verbesina liebmannii	0.017	-4.103	0.068	6.500
Rubus adenotrichus	0.008	-4.826	0.039	1.585
Myrcia splendens	0.016	-4.164	0.065	7.100
Chaetogastra tortuosa	0.001	-6.983	0.006	0.456
Pluchea carolinensis	0.003	-5.732	0.019	3.733
Solanum mitlense	0.002	-6.007	0.015	1.942
Ageratina mairetiana	0.009	-4.760	0.041	4.600
Tillandsia utriculata	0.000	-7.844	0.003	0.500
Citharexylum affine	0.003	-5.794	0.018	2.800
Wigandia manso	0.002	-6.093	0.014	3.600
Buddleja cordata sub. Cordata	0.001	-7.398	0.005	3.500
Adiantum andicola	0.000	-9.230	0.001	0.500
		S	25	
		H	2.259	
		Hmax	3.219	
		Equidad (J)	0.702	

III.1.1.8.6.2 Encinares del AI y AP

En el AP, el encinar se distribuye principalmente entre los cadenamientos **5+000 y 6+500**. Asimismo, en la localidad de **Santiago Petlacala** se presenta en pequeños manchones, particularmente en zonas asociadas a escorrentías.

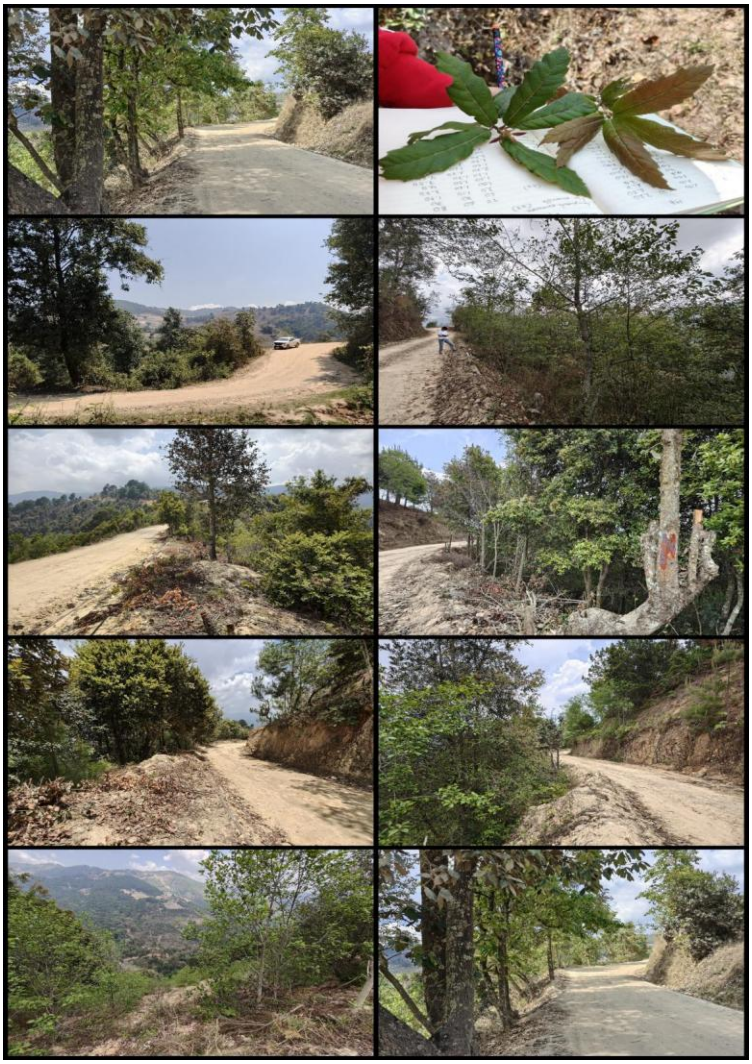
Este tipo de vegetación presenta un estrato arbóreo dominado por especies del género *Quercus*, con alturas que oscilan entre **8 y 16 m**. En el sotobosque se desarrollan especies

arbustivas y herbáceas como *Baccharis conferta*, *Gaultheria erecta*, *Alloispermum integrifolium* y *Ageratina mairetiana*. La presencia abundante de *Pteridium aquilinum* indica un grado importante de perturbación, asociado a la apertura de claros, modificación de la cobertura vegetal y procesos de sucesión secundaria.

De acuerdo con el IVI, las especies con mayor importancia ecológica dentro del encinar del AI y AP fueron *Quercus scytophylla* (**IVI = 47.444**), *Quercus elliptica* (**IVI = 45.711**), *Pteridium aquilinum* (**IVI = 38.983**) y *Alnus acuminata* (**IVI = 28.560**). Estos valores muestran que la estructura de la comunidad se encuentra definida principalmente por especies arbóreas del género *Quercus*, acompañadas por elementos asociados a sitios húmedos o de escorrentía, como *Alnus acuminata* (***Cuadro III-39***).

*Destaca Quercus scytophylla, que presenta la mayor dominancia relativa (**30.092 %**), lo que indica su peso estructural dentro del dosel. Por su parte, Quercus elliptica registra la mayor frecuencia relativa (**11.494 %**) y una abundancia relativa importante (**13.652 %**), por lo que constituye otro elemento clave en la conformación del encinar.*

FIGURA III-39 PANORÁMICAS DE ENCINARES



La presencia de *Pteridium aquilinum* con un IVI elevado se debe principalmente a su alta abundancia relativa (**28.901 %**), aunque su dominancia relativa es baja (**2.037 %**). Esto indica que, si bien no aporta de manera relevante a la estructura arbórea, sí tiene

una participación importante en el estrato bajo, lo cual refuerza la interpretación de condiciones de perturbación en algunos sectores del encinar.

CUADRO III-39 ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN LOS ENCINARES DEL AI Y AP

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**564**	**100.000**	**87.000**	**100.000**	**1918.111**	**100.000**	**300.000**
Quercus scytophylla	46	8.156	8	9.195	577.200	30.092	47.444
Quercus elliptica	77	13.652	10	11.494	394.447	20.564	45.711
Pteridium aquilinum	163	28.901	7	8.046	39.068	2.037	38.983
Alnus acuminata	24	4.255	6	6.897	333.914	17.408	28.560
Baccharis conferta	36	6.383	5	5.747	39.060	2.036	14.166
Quercus castanea	19	3.369	5	5.747	88.777	4.628	13.744
Gaultheria erecta	36	6.383	5	5.747	26.207	1.366	13.496
Alloispermum integrifolium	62	10.993	1	1.149	3.683	0.192	12.334
Quercus xalapensis	8	1.418	2	2.299	129.017	6.726	10.444
Ageratina mairetiana	13	2.305	4	4.598	24.004	1.251	8.154
Ternstroemia lineata	15	2.660	3	3.448	35.553	1.854	7.961
Rubus adenotrichus	11	1.950	4	4.598	22.553	1.176	7.724
Quercus candicans	8	1.418	3	3.448	33.328	1.738	6.604
Arbutus xalapensis	4	0.709	4	4.598	10.770	0.561	5.868
Prunus serotina	4	0.709	2	2.299	34.459	1.797	4.805
Solanum mitlense	5	0.887	3	3.448	7.665	0.400	4.734
Chiococca aff. oaxacana	5	0.887	2	2.299	25.961	1.353	4.539
Solanum chrysotrichum	2	0.355	2	2.299	28.357	1.478	4.132
Pinus lawsonii	2	0.355	1	1.149	35.881	1.871	3.375
Verbesina liebmannii	2	0.355	2	2.299	2.979	0.155	2.809
Adiantum andicola	7	1.241	1	1.149	0.880	0.046	2.436
Quercus rugosa	3	0.532	1	1.149	11.457	0.597	2.279
Amaranthus aff. Hypochondriacus	4	0.709	1	1.149	0.385	0.020	1.879
Adiantum poiretii	3	0.532	1	1.149	0.377	0.020	1.701
Clethra mexicana	1	0.177	1	1.149	6.379	0.333	1.659
Chaetogastra tortuosa	2	0.355	1	1.149	0.511	0.027	1.531
Roldana lobata	1	0.177	1	1.149	2.835	0.148	1.475
Annona cherimola	1	0.177	1	1.149	2.405	0.125	1.452

El análisis de diversidad registró una riqueza de **28 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.200**, una diversidad máxima de **Hmax = 3.332** y una equidad de **J = 0.660**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media** y una distribución moderadamente equitativa de los individuos entre las especies registradas. Aunque existe dominancia de *Quercus scytophylla* y *Quercus elliptica*, la presencia de otros elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos y epífitos contribuye a mantener una composición florística relativamente diversa (**Cuadro III-40**).

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, de acuerdo con la columna **PI*LNPI**, son *Quercus scytophylla* (**0.361**), *Quercus elliptica* (**0.325**), *Alnus acuminata* (**0.304**), *Quercus xalapensis* (**0.182**), *Quercus castanea* (**0.142**) y *Pinus lawsonii* (**0.074**). Esto confirma que la diversidad del encinar en AP y AI se encuentra principalmente asociada a elementos arbóreos nativos, especialmente del género *Quercus*.

En cuanto a la altura promedio, las especies de mayor porte corresponden a *Quercus xalapensis* (**9.238 m**), *Alnus acuminata* (**8.338 m**), *Clethra mexicana* (**7.000 m**), *Quercus scytophylla* (**6.411 m**), *Pinus lawsonii* (**6.250 m**) y *Quercus castanea* (**5.247 m**). Estos valores reflejan la presencia de un estrato arbóreo definido, aunque acompañado por un sotobosque con especies indicadoras de apertura o perturbación.

En conjunto, los encinares del AI y AP presentan una composición dominada por especies nativas de *Quercus*, con elementos arbóreos asociados y un sotobosque donde destaca *Pteridium aquilinum*. Esta condición permite interpretar que se trata de encinares con estructura forestal reconocible, pero con señales de perturbación y modificación previa de la cobertura vegetal.

CUADRO III-40 ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER Y ALTURA PROMEDIO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ENCINARES DEL AI Y AP.

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	**1.000**	**-136.184**	**2.200**	**94.645**
Quercus scytophylla	0.301	-1.201	0.361	6.411
Quercus elliptica	0.206	-1.582	0.325	3.850
Pteridium aquilinum	0.020	-3.894	0.079	0.565
Alnus acuminata	0.174	-1.748	0.304	8.338
Baccharis conferta	0.020	-3.894	0.079	1.344
Quercus castanea	0.046	-3.073	0.142	5.247
Gaultheria erecta	0.014	-4.293	0.059	1.153
Alloispermum integrifolium	0.002	-6.255	0.012	0.800
Quercus xalapensis	0.067	-2.699	0.182	9.238
Ageratina mairetiana	0.013	-4.381	0.055	1.673
Ternstroemia lineata	0.019	-3.988	0.074	2.420
Rubus adenotrichus	0.012	-4.443	0.052	1.636
Quercus candicans	0.017	-4.053	0.070	3.550
Arbutus xalapensis	0.006	-5.182	0.029	3.050
Prunus serotina	0.018	-4.019	0.072	4.400
Solanum mitlense	0.004	-5.522	0.022	2.060
Chiococca aff. oaxacana	0.014	-4.302	0.058	5.060
Solanum chrysotrichum	0.015	-4.214	0.062	2.650
Pinus lawsonii	0.019	-3.979	0.074	6.250
Verbesina liebmannii	0.002	-6.468	0.010	3.200
Adiantum andicola	0.000	-7.687	0.004	0.450
Quercus rugosa	0.006	-5.120	0.031	3.800
Amaranthus aff. Hypochondriacus	0.000	-8.514	0.002	0.450
Adiantum poiretii	0.000	-8.535	0.002	0.450

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Clethra mexicana	0.003	-5.706	0.019	7.000
Chaetogastra tortuosa	0.000	-8.231	0.002	0.600
Roldana lobata	0.001	-6.517	0.010	5.000
Annona cherimola	0.001	-6.681	0.008	4.000
		S	28	
		H	2.200	
		Hmax	3.332	
		Equidad (J)	0.660	

III.1.1.8.6.3 Vegetación secundaria en el AI y AP

En el AI y AP, la vegetación secundaria se distribuye principalmente entre los cadenamientos **0+000 y 5+000**. Esta comunidad se presenta en zonas previamente modificadas, donde la vegetación original ha sido alterada por la cercanía con asentamientos humanos, caminos, áreas de uso agropecuario y aprovechamientos previos de la cobertura vegetal.

El estrato arbóreo está dominado principalmente por Alnus acuminata, Salix bonplandiana y Quercus scytophylla, con alturas aproximadas de 6 a 12 m. Cabe señalar que los relictos mejor conservados de la vegetación original se observan principalmente en escorrentías y arroyos, donde aún se mantiene un estrato arbóreo considerable.

FIGURA III-40 VEGETACIÓN SECUNDARIA A LO LARGO DEL EJE DEL PROYECTO



El sotobosque presenta una variedad de especies arbustivas y herbáceas, entre las que destacan Barkleyanthus salicifolius, Ageratina mairetiana, Rubus adenotrichus y Buddleja cordata subsp. cordata. Esta composición refleja una comunidad secundaria en proceso de reorganización, con elementos nativos remanentes y especies favorecidas por condiciones de apertura o perturbación.

Entre las especies que no son nativas al tipo de vegetación de la región se registraron *Cupressus benthamii* var. *benthamii* y *Wigandia manso*. Asimismo, se identificaron especies exóticas como *Brugmansia versicolor* y *Annona cherimola*, lo que confirma la influencia antrópica en algunos sectores del AI y AP.

De acuerdo con el IVI, las especies con mayor importancia ecológica dentro de la vegetación secundaria del AI y AP fueron *Alnus acuminata* (**IVI = 58.320**), *Barkleyanthus salicifolius* (**37.454**), *Salix bonplandiana* (**27.665**), *Ageratina mairetiana* (**26.002**) y *Quercus scytophylla* (**23.099**). Estos valores indican que la estructura de la comunidad está definida por una combinación de elementos arbóreos remanentes y especies arbustivas o herbáceas asociadas a ambientes modificados (**Cuadro III-41**).

CUADRO III-41 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA EN EL AI Y AP

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Total	**136**	**100.000**	**45.000**	**100.000**	**652.029**	**100.000**	**300.000**
Alnus acuminata	21	15.441	5	11.111	207.133	31.767	58.320
Barkleyanthus salicifolius	20	14.706	6	13.333	61.387	9.415	37.454
Salix bonplandiana	9	6.618	2	4.444	108.255	16.603	27.665
Ageratina mairetiana	13	9.559	5	11.111	34.770	5.333	26.002
Quercus scytophylla	8	5.882	2	4.444	83.278	12.772	23.099
Rubus adenotrichus	8	5.882	2	4.444	43.947	6.740	17.067
Solanum mitlense	12	8.824	2	4.444	0.916	0.140	13.408
Buddleja cordata sub. Cordata	4	2.941	3	6.667	17.118	2.625	12.233
Miconia globulifera	9	6.618	2	4.444	2.083	0.320	11.382
Cupressus benthamii var. Benthamii	2	1.471	1	2.222	43.246	6.633	10.325
Wigandia manso	6	4.412	2	4.444	2.875	0.441	9.297
Fraxinus uhdei	2	1.471	1	2.222	29.698	4.555	8.247
Citharexylum affine	5	3.676	1	2.222	2.286	0.351	6.249
Salvia lavanduloides	4	2.941	1	2.222	2.545	0.390	5.554
Rogiera aff.langassei	2	1.471	1	2.222	4.157	0.638	4.330
Xylosma flexuosa	2	1.471	1	2.222	2.641	0.405	4.098
Chaetogastra tortuosa	2	1.471	1	2.222	0.016	0.002	3.695
Brugmansia versicolor	1	0.735	1	2.222	2.545	0.390	3.348
Baccharis conferta	1	0.735	1	2.222	1.767	0.271	3.229

Especies	Total de individuos	Abundancia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
Solanum chrysotrichum	1	0.735	1	2.222	0.636	0.098	3.055
Polystichum sp.	1	0.735	1	2.222	0.442	0.068	3.025
Phaseolus coccineus	1	0.735	1	2.222	0.216	0.033	2.991
Amaranthus aff. Hypochondriacus	1	0.735	1	2.222	0.049	0.008	2.965
Salvia lanvanduloides	1	0.735	1	2.222	0.024	0.004	2.961

Destaca *Alnus acuminata*, que presenta la mayor dominancia relativa (**31.767 %**) y una frecuencia relativa importante (**11.111 %**), lo que evidencia su papel como principal elemento estructural en los sitios muestreados. Por su parte, *Barkleyanthus salicifolius* muestra la mayor frecuencia relativa (**13.333 %**) y una abundancia relativa elevada (**14.706 %**), por lo que constituye un componente representativo del sotobosque y de las áreas perturbadas.

El análisis de diversidad registró una riqueza de **24 especies**, con un índice de Shannon-Wiener de **H = 2.103**, una diversidad máxima de **Hmax = 3.178** y una equidad de **J = 0.662**. Estos valores indican una comunidad con **diversidad media** y una distribución moderadamente equitativa de los individuos entre las especies registradas (**Cuadro III-42**).

Las especies que más contribuyen al valor de diversidad, conforme a la columna **PI*LNPI**, son *Alnus acuminata* (**0.364**), *Salix bonplandiana* (**0.298**), *Quercus scytophylla* (**0.263**), *Barkleyanthus salicifolius* (**0.222**) y *Ageratina mairetiana* (**0.156**). Esto confirma que la vegetación secundaria mantiene una mezcla de elementos arbóreos remanentes y especies propias de estados sucesionales o zonas intervenidas.

En cuanto a la altura promedio, las especies de mayor porte fueron *Fraxinus uhdei* (**8.5 m**), *Cupressus benthamii* var. *benthamii* (**7.25 m**), *Alnus acuminata* (**5.538 m**), *Quercus scytophylla* (**5.313 m**) y *Salix bonplandiana* (**5.167 m**). Estos valores reflejan la permanencia de un estrato arbóreo discontinuo, acompañado por especies arbustivas y herbáceas de menor talla.

En conjunto, la vegetación secundaria del AI y AP corresponde a una comunidad modificada, con presencia de especies exóticas y elementos no nativos al tipo de vegetación regional; sin embargo, conserva especies arbóreas nativas y relictos de la vegetación original en zonas de escorrentía y arroyos. Por ello, debe considerarse como una unidad con perturbación previa, pero con función ambiental dentro del mosaico vegetal del proyecto.

CUADRO III-42

Especies	PI	LNPI	PI*LNPI	Altura Promedio
Total	1.000	-125.968	2.103	60.036
Alnus acuminata	0.318	-1.147	0.364	5.538
Barkleyanthus salicifolius	0.094	-2.363	0.222	2.470
Salix bonplandiana	0.166	-1.796	0.298	5.167
Ageratina mairetiana	0.053	-2.931	0.156	2.131
Quercus scytophylla	0.128	-2.058	0.263	5.313
Rubus adenotrichus	0.067	-2.697	0.182	1.850
Solanum mitlense	0.001	-6.568	0.009	0.450
Buddleja cordata sub. Cordata	0.026	-3.640	0.096	2.950
Miconia globulifera	0.003	-5.746	0.018	0.678
Cupressus benthamii var. Benthamii	0.066	-2.713	0.180	7.250
Wigandia manso	0.004	-5.424	0.024	1.750
Fraxinus uhdei	0.046	-3.089	0.141	8.500
Citharexylum affine	0.004	-5.653	0.020	1.090
Salvia lavanduloides	0.004	-5.546	0.022	1.000
Rogiera aff.langassei	0.006	-5.055	0.032	2.750
Xylosma flexuosa	0.004	-5.509	0.022	2.400
Chaetogastra tortuosa	0.000	-10.634	0.000	0.200
Brugmansia versicolor	0.004	-5.546	0.022	2.400
Baccharis conferta	0.003	-5.911	0.016	1.100
Solanum chrysotrichum	0.001	-6.932	0.007	2.300
Polystichum sp.	0.001	-7.297	0.005	0.800
Phaseolus coccineus	0.000	-8.010	0.003	1.150
Amaranthus aff. Hypochondriacus	0.000	-9.494	0.001	0.500
Salvia lanvanduloides	0.000	-10.208	0.000	0.300
		S	24	
		H	2.103	
		Hmax	3.178	
		Equidad (J)	0.662	

Aun cuando el AP y AI presentan condiciones de perturbación, la equidad obtenida muestra que la comunidad no está dominada exclusivamente por una sola especie, sino que mantiene una participación relativamente equilibrada de varios elementos arbóreos y arbustivos. Esto se refleja en los valores de **PI*LNPI**, donde las especies que más contribuyen al índice de diversidad son *Alnus acuminata* (**0.355**), *Quercus elliptica* (**0.333**), *Quercus castanea* (**0.223**), *Quercus rugosa* (**0.211**), *Pinus lawsonii* (**0.188**), *Prunus serotina* (**0.156**), *Quercus peduncularis* (**0.142**) y *Clethra mexicana* (**0.108**).

La composición muestra que los principales aportes a la diversidad provienen de especies arbóreas nativas asociadas a bosques templados, particularmente del género *Quercus*, además de *Alnus acuminata* y *Pinus lawsonii*. Esto indica que, a pesar del grado de alteración observado, el AP y AI aún conservan elementos estructurales característicos de las comunidades forestales presentes en la RE.

III.1.1.8.6.4 Análisis de acumulación de especies de flora registradas en el campo

Para obtener las curvas de acumulación de especies y evaluar el esfuerzo de muestreo, se calcularon los estimadores de especies ACE, Chao1 y Bootstrap, con ayuda del software EstimateS 9.1.0.

III.1.1.8.6.5 Resultados de eficiencia de muestreo en la RE

Como resultado del análisis de las curvas de acumulación de especies para la RE, se registró una riqueza observada de **93 especies determinadas taxonómicamente** en **31 muestreos**, con un total de **1,620 individuos computados**. Cabe señalar que el listado florístico general integra **94 registros**, de los cuales uno no fue incorporado en la matriz de análisis al no contar con determinación taxonómica a nivel específico.

Los estimadores no paramétricos proyectaron una riqueza esperada de **104.66 especies para Chao 1**, **125.09 para Chao 2**, **127.84 para Jack 1**, **145.24 para Jack 2** y **108.83 para Bootstrap**. La eficiencia de muestreo fue de **88.9 % con Chao 1** y **85.5 % con Bootstrap**, lo que indica que el esfuerzo realizado permitió representar de manera adecuada la composición florística general de la RE.

CUADRO III-43 CÁLCULOS DE ESTIMADORES DE EFICIENCIA PARA L RE

Muestreos	Especies reales	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
1	10.93	14.33	11.17	11.17	0	11.17
2	19.35	25.26	54.23	28.3	28.3	23.97
3	26.18	33.67	61.64	40.43	46.64	32.84
4	31.95	40.45	69.38	50.14	60.06	40.17
5	36.97	45.87	71.89	57.38	69.37	45.94
6	41.41	50.27	75.88	63.29	76.41	50.89
7	45.4	55.55	82.11	68.98	83.42	55.51
8	49.03	59.66	87.08	74.28	89.67	59.94
9	52.36	62.76	88.22	77.85	93.3	63.2
10	55.44	66.52	92.46	82.73	98.89	67.33
11	58.29	69.96	96.05	87.17	104.05	71.06
12	60.96	72.24	98.28	90.91	108.07	74.36
13	63.46	74.69	99.62	93.41	110.46	76.74
14	65.82	77.17	102.71	96.5	113.93	79.47
15	68.05	79.57	104.48	98.63	116.08	81.49
16	70.17	82.13	107.7	101.8	119.81	84.21
17	72.2	84.5	111.32	104.27	122.84	86.37
18	74.21	86.99	112.82	106.83	125.44	88.7
19	75.92	88.7	114.76	109.09	127.88	90.7
20	77.66	90.25	115.51	110.96	129.58	92.49
21	79.34	92.9	118.75	113.45	132.5	94.65
22	80.95	93.92	118.64	115.28	134.08	96.44
23	82.49	95.94	119.46	117.08	135.59	98.19
24	83.97	96.9	120.48	118.64	137.02	99.68
25	85.41	98.38	120.76	119.95	137.99	101.03

Muestreos	Especies reales	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
26	86.78	100.02	121.92	121.69	139.73	102.65
27	88.11	100.83	122.64	123.18	140.99	104.12
28	89.4	101.52	122.47	123.92	141.27	105.03
29	90.64	102.38	123.1	125.12	142.35	106.27
30	91.84	103.6	123.97	126.51	143.78	107.59
31	93	104.66	125.09	127.84	145.24	108.83

Las curvas de acumulación muestran una tendencia ascendente con pendiente decreciente, lo que evidencia que, conforme aumentó el número de muestreos, continuaron incorporándose especies nuevas, aunque a una tasa menor. Esta condición es congruente con la heterogeneidad ambiental de la RE, donde se presentan distintas comunidades vegetales, incluyendo bosque mesófilo de montaña, encinares, bosque de pino-encino y vegetación secundaria.

En conjunto, los resultados indican que el muestreo fue **representativo para caracterizar la flora de la RE**, identificar las comunidades vegetales presentes, reconocer especies dominantes y estructurantes, así como registrar elementos de interés ecológico. No obstante, la diferencia entre la riqueza observada y la estimada por algunos modelos sugiere la posible presencia de especies adicionales de baja frecuencia o distribución localizada, particularmente en sitios con mayor complejidad ambiental como cañadas, laderas húmedas y fragmentos de bosque mesófilo de montaña.

FIGURA III-41 CURVA DE ACUMULACIÓN CHAO1 DE LAS ESPECIES PARA LA RE

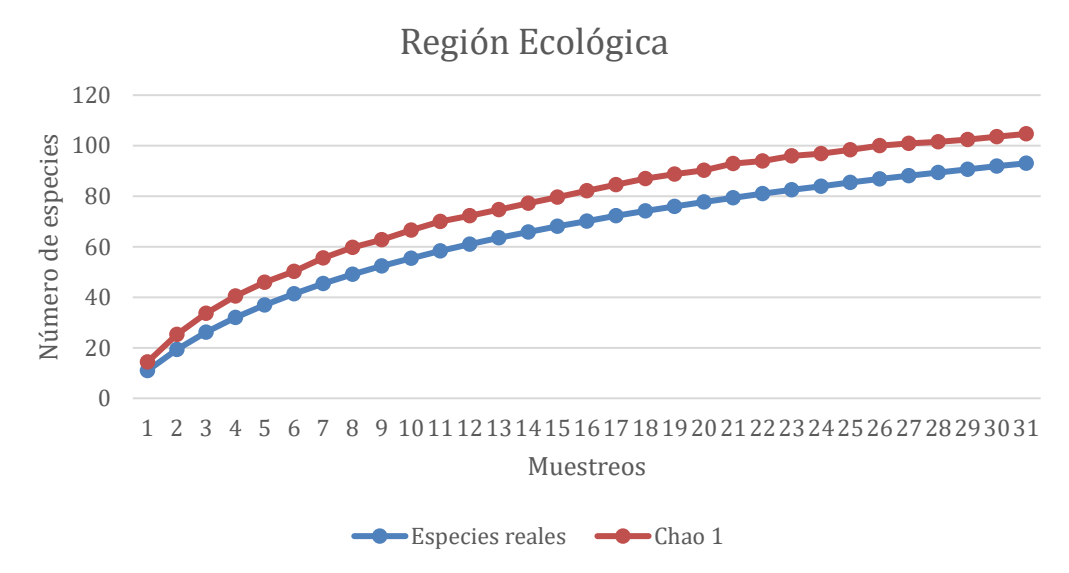


FIGURA III-42 CURVA DE ACUMULACIÓN CHAO2 DE LAS ESPECIES PARA LA RE

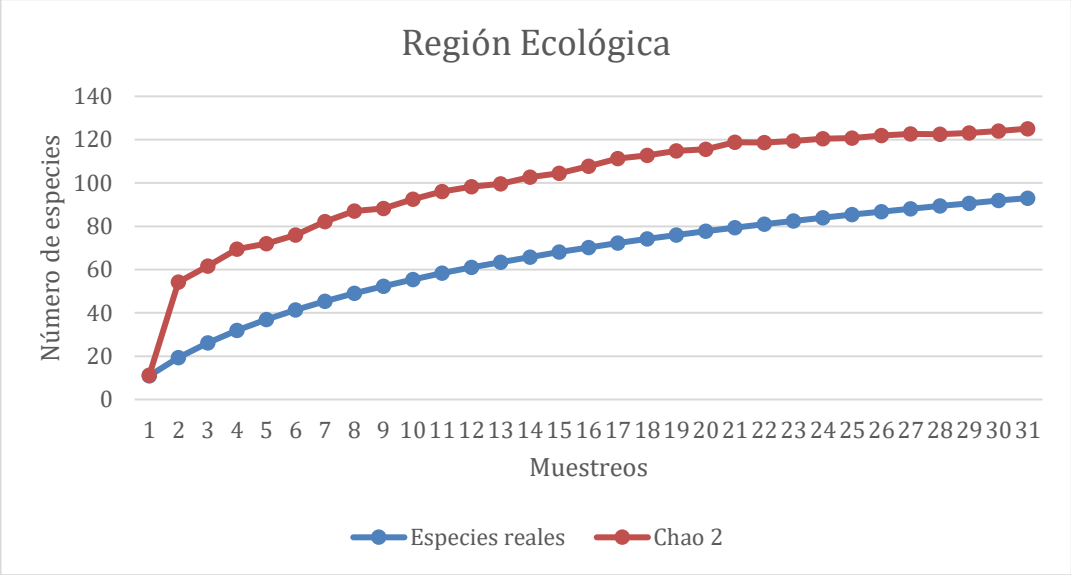


FIGURA III-43 CURVAS DE ACUMULACIÓN JACK1 PARA LA RE

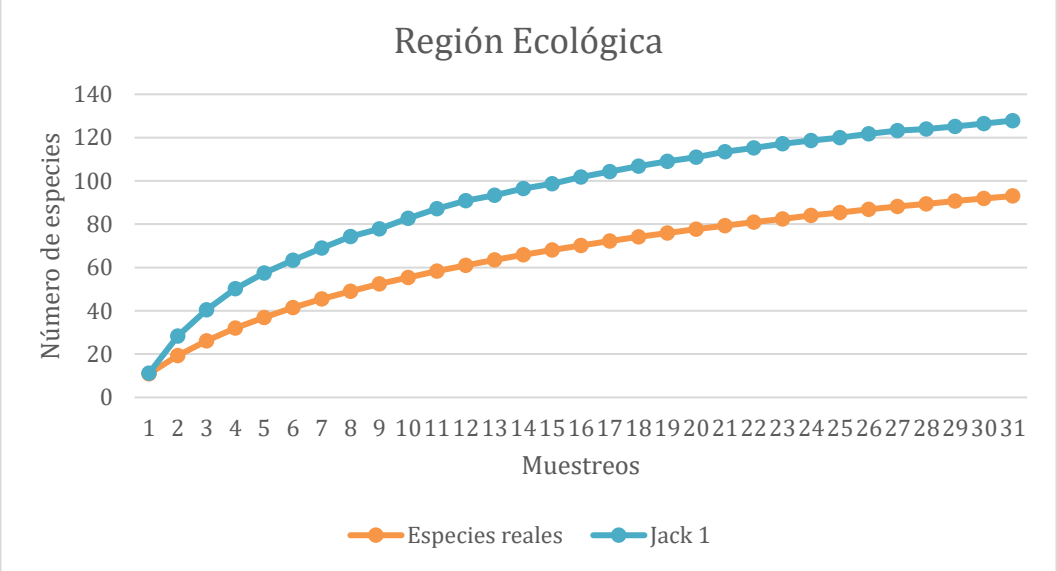


FIGURA III-44 CURVAS DE ACUMULACIÓN JACK2PARA LA RE

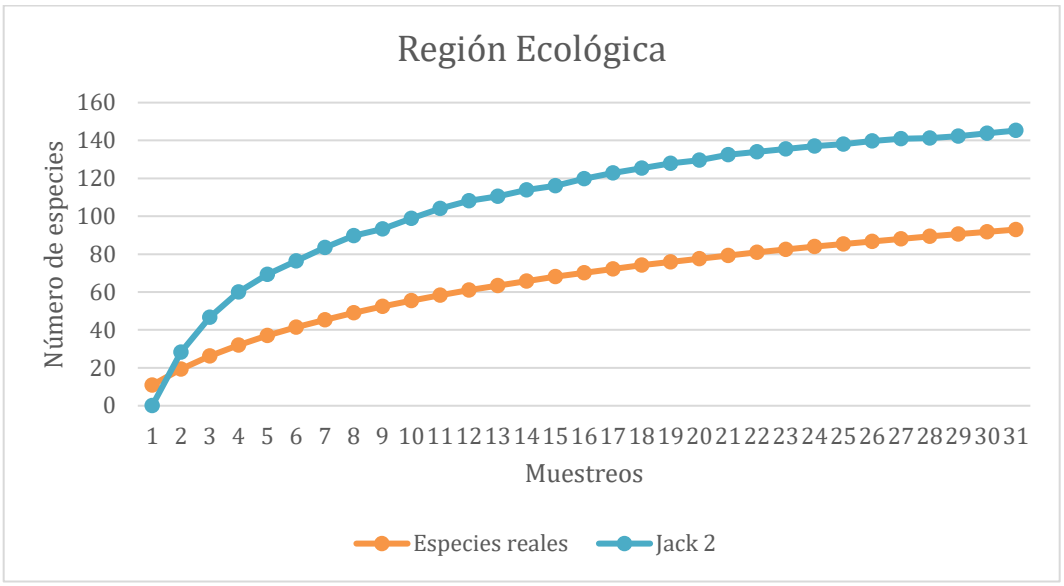
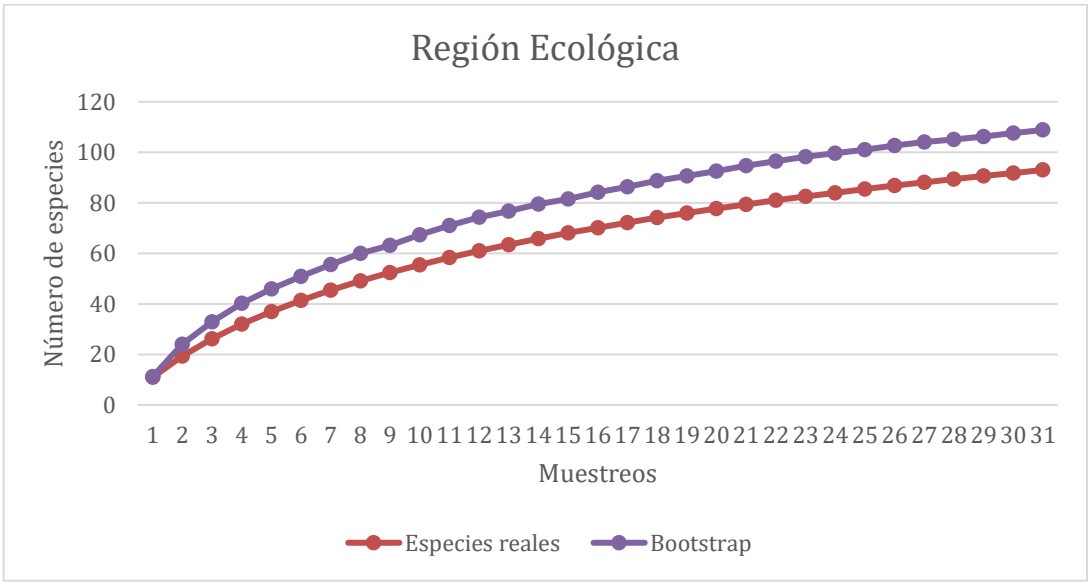


FIGURA III-45CURVAS DE ACUMULACIÓN BOOTSTRAP PARA LA RE



III.1.1.8.6.6 Resultados de eficiencia de muestreo en el AI y AP

Con base en las curvas de acumulación de especies para el **AI y AP**, se registró una riqueza observada de **48 especies** en **29 muestreos**, con un total de **1,095 individuos**

computados. Los estimadores no paramétricos proyectaron una riqueza esperada de **51 especies para Chao 1**, **58.98 especies para Chao 2**, **61.52 especies para Jack 1**, **68.27 especies para Jack 2** y **54.30 especies para Bootstrap**.

La eficiencia de muestreo fue alta para los estimadores de menor sensibilidad a especies raras: **94.1 % con Chao 1** y **88.4 % con Bootstrap**. Esto indica que el esfuerzo realizado permitió registrar la mayor parte de la riqueza florística esperada para el AI y AP. Los estimadores basados en incidencia muestran eficiencias menores: **81.4 % para Chao 2**, **78.0 % para Jack 1** y **70.3 % para Jack 2**, lo que sugiere la posible presencia de especies adicionales de baja frecuencia o distribución puntual.

En términos gráficos, las curvas presentan una tendencia ascendente con pendiente decreciente. Esto significa que, conforme aumentó el número de muestreos, continuaron incorporándose especies nuevas, aunque a una tasa cada vez menor. La curva observada se aproxima especialmente a los estimadores **Chao 1** y **Bootstrap**, lo que respalda que el muestreo fue representativo para caracterizar la flora del AI y AP.

CUADRO III-44 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y EFICIENCIA DE MUESTREO EN EL AP Y AI

Muestreos	Especies reales	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
1	7.65	10.34	7.74	7.74	0	7.74
2	13.17	18.23	24.54	18.21	18.21	15.54
3	17.4	22.26	32.12	25.53	29.11	21.02
4	20.81	25.8	33.65	30.59	35.58	25.11
5	23.63	28.69	36.41	34.32	39.95	28.32
6	26.03	31.37	39.51	37.85	44.04	31.33
7	28.11	33.88	41.05	40.19	46.43	33.52
8	29.93	34.95	42.58	41.84	48.03	35.14
9	31.56	37.19	44.38	43.81	50.11	36.98
10	33.03	39.32	46.84	45.94	52.59	38.83
11	34.37	39.81	47.8	47.05	53.63	39.97
12	35.6	40.67	49.4	48.87	55.65	41.61
13	36.74	41.33	50.62	49.76	56.35	42.56
14	37.79	42.02	51.9	51.27	57.99	43.9
15	38.78	42.28	51.86	51.85	58.13	44.64
16	39.74	43.08	52.59	52.69	58.85	45.54
17	40.55	43.81	52.82	53.58	59.67	46.43
18	41.36	44.57	53.9	54.45	60.81	47.21
19	42.13	44.83	53.31	54.9	60.8	47.83
20	42.85	45.5	54.24	55.75	61.76	48.64
21	43.54	46.45	54.82	56.75	62.86	49.54
22	44.19	46.95	55.39	57.51	63.68	50.27
23	44.8	47.71	55.93	58.23	64.34	51.02
24	45.39	48.25	56	58.73	64.56	51.61
25	45.96	48.52	56.46	59.19	65.08	52.09
26	46.5	49.01	56.73	59.53	65.48	52.5
27	47.02	49.71	57.67	60.37	66.63	53.24

Muestreos	Especies reales	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
28	47.52	50.42	58.3	61.07	67.52	53.88
29	48	51	58.98	61.52	68.27	54.3

FIGURA III-46 CURVA DE ACUMULACIÓN DE CHAO1 PARA EL AP Y AI

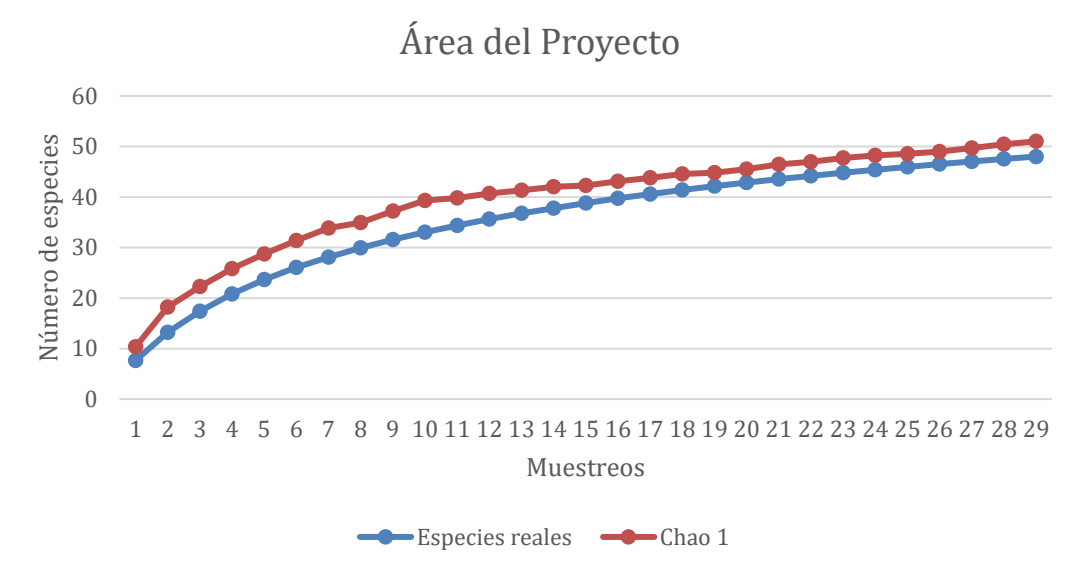


FIGURA III-47 CURVA DE ACUMULACIÓN DE CHAO2 PARA EL AP Y AI

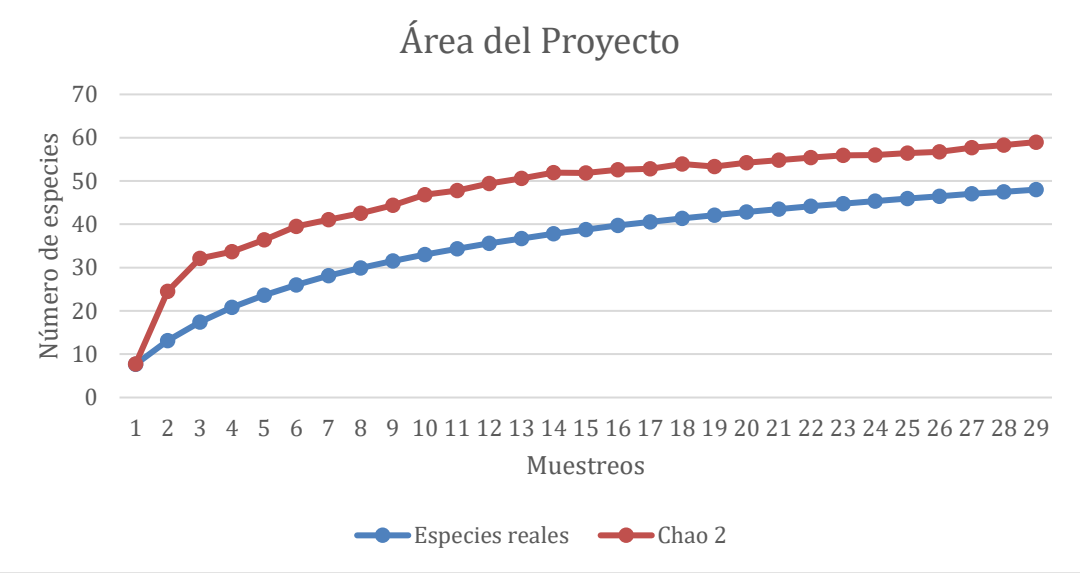


FIGURA III-48 CURVA DE ACUMULACIÓN DE JACK1 PARA EL AP Y AI

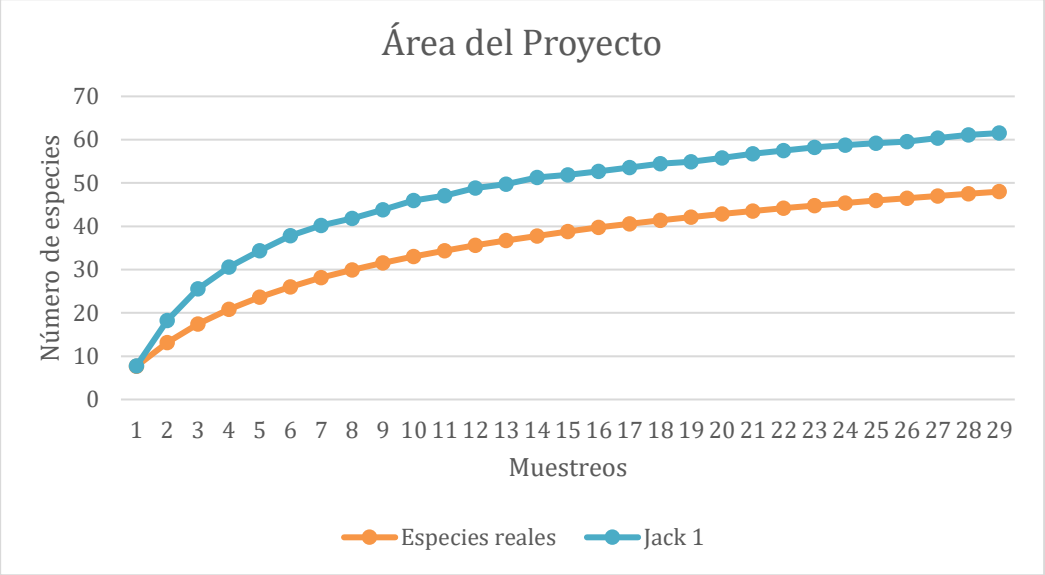


FIGURA III-49 CURVA DE ACUMULACIÓN DE JACK2 PARA EL AP Y AI

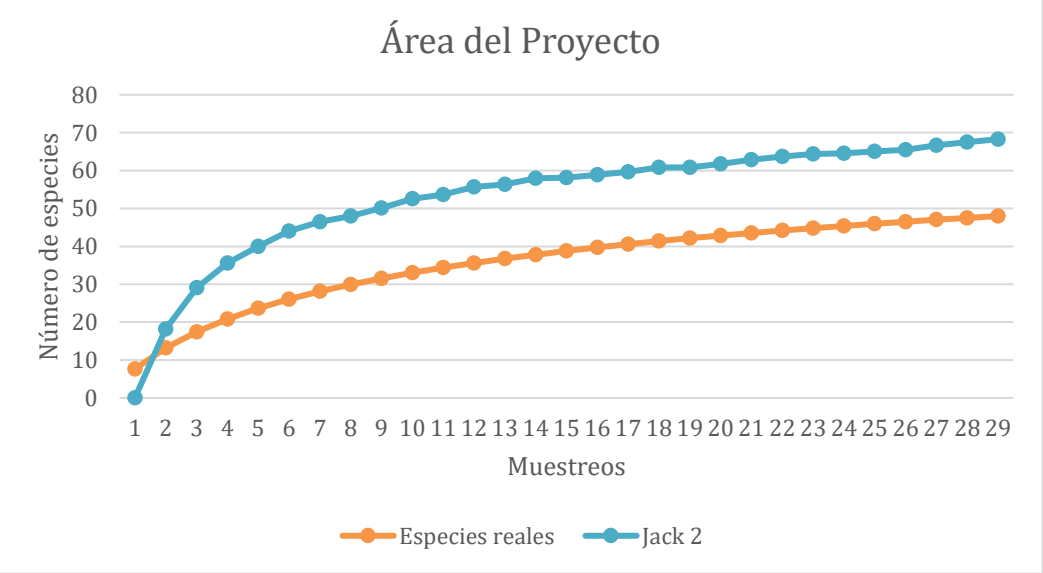
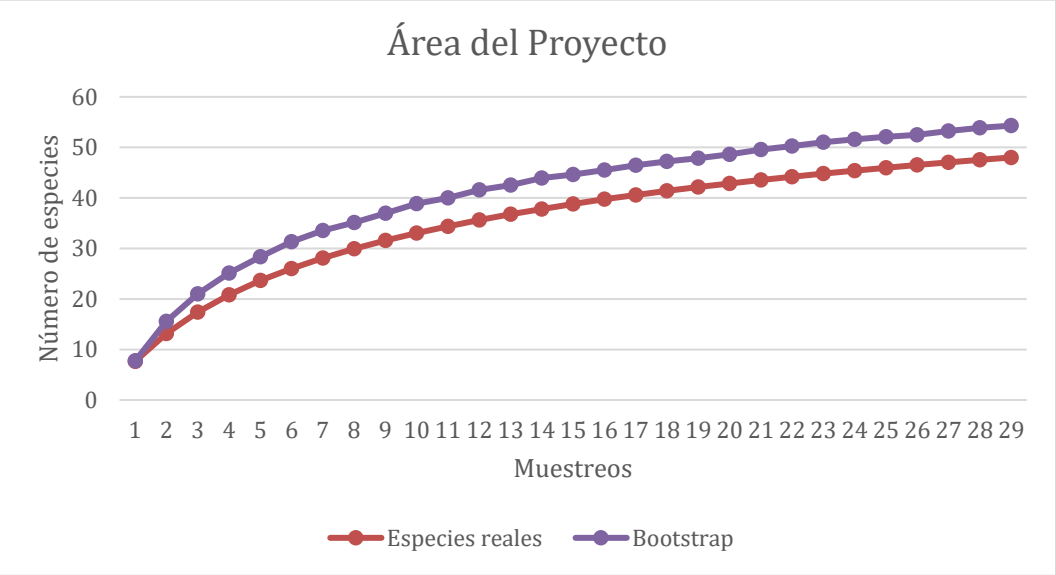


FIGURA III-50 CURVA DE ACUMULACIÓN DE BOOTSTRAP PARA EL AP Y AI



III.1.1.8.7 Comparativo florístico entre la RE y el AI/AP

A partir de los resultados obtenidos, se observa que la **RE presenta una mayor riqueza florística y una mayor complejidad ecológica** que el AI/AP. En la RE se registraron **94 especies de flora**, distribuidas en **41 familias**, mientras que en el AI/AP se registraron **47 especies**, agrupadas en **27 familias**. Esta diferencia es esperable, ya que la RE comprende una superficie mayor, integra más ambientes y contiene una mayor heterogeneidad fisiográfica, incluyendo cañadas húmedas, laderas con distinta exposición, encinares, bosque de pino-encino, vegetación secundaria y fragmentos de bosque mesófilo de montaña.

En cuanto a la composición biogeográfica, la RE registró **17 especies endémicas**, **70 especies nativas**, **una especie exótica** y **tres especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**: *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana* y *Abies religiosa*. En contraste, el AI/AP presentó **siete especies endémicas** y **dos especies exóticas**, sin registros de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del AP. Esta condición indica que el AI/AP mantiene elementos florísticos relevantes, pero con menor representación de especies sensibles o de interés normativo respecto de la RE.

CUADRO III-45COMPARATIVO GENERAL DE RIQUEZA FLORÍSTICA ENTRE LA RE Y EL AI/AP

Indicador	RE	AI/AP	Interpretación
Familias registradas	41	27	La RE presenta mayor amplitud taxonómica.

Indicador	RE	AI/AP	Interpretación
Especies registradas	94	47	El AI/AP concentra cerca de la mitad de las especies registradas en la RE.
Especies endémicas	17	7	El AI/AP conserva elementos endémicos, aunque en menor proporción.
Especies exóticas	1	2	La mayor presencia de exóticas en AI/AP refleja mayor perturbación.
Especies NOM-059	3	0 en AP	Las especies en riesgo se registraron fuera del AP o en el contexto más amplio de la RE.
Comunidades principales	BMM, encinar, pino-encino y vegetación secundaria	Encinar y vegetación secundaria principalmente	El AI/AP presenta una composición más simplificada.

Las curvas de acumulación también muestran diferencias importantes. Para la RE, se registró una riqueza observada de **93 especies determinadas taxonómicamente** en **31 muestreos**, con **1,620 individuos computados**. La eficiencia de muestreo fue de **88.9 % con Chao 1** y **85.5 % con Bootstrap**, lo que indica que el muestreo fue representativo, aunque todavía podrían existir especies adicionales de baja frecuencia o distribución localizada.

Para el AI/AP, las curvas registraron **48 especies** en **29 muestreos**, con **1,095 individuos computados**. La eficiencia fue mayor que en la RE, con **94.1 % para Chao 1** y **88.4 % para Bootstrap**, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la flora presente en el área directamente vinculada al proyecto.

CUADRO III-46COMPARATIVO DE CURVAS DE ACUMULACIÓN Y EFICIENCIA DE MUESTREO

Indicador	RE	AI/AP	Interpretación
Muestreos	31	29	Esfuerzo similar entre ambas escalas.
Individuos computados	1,620	1,095	Mayor abundancia total en la RE.
Riqueza observada en curvas	93	48	La RE concentra mayor riqueza.
Chao 1	104.66	51.00	El AI/AP se acerca más a su riqueza estimada.
Bootstrap	108.83	54.30	Confirma buena representatividad en ambas escalas.
Eficiencia Chao 1	88.9 %	94.1 %	Mayor eficiencia relativa en AI/AP.
Eficiencia Bootstrap	85.5 %	88.4 %	Ambas áreas presentan muestreo representativo.

Respecto a la diversidad por comunidades, la RE presenta un gradiente claro: el **bosque mesófilo de montaña** fue la comunidad con mayor riqueza y diversidad, con **82 especies**, **H = 2.898** y **J = 0.658**; seguida por el **encinar**, con **34 especies** y **H = 2.096**; la **vegetación secundaria**, con **17 especies** y **H = 1.878**; y el **bosque de pino-encino**, con **14 especies** y **H = 1.499**. Esto confirma que la mayor complejidad florística de la RE se asocia principalmente a los fragmentos de bosque mesófilo y encinares.

En el AI/AP, las comunidades registradas muestran una diversidad media: los **encinares del AI/AP** registraron **28 especies**, **H = 2.200** y **J = 0.660**, mientras que la **vegetación secundaria del AI/AP** presentó **24 especies**, **H = 2.103** y **J = 0.662**. Estos valores indican que, aunque el AI/AP se encuentra más perturbado que la RE, conserva una distribución relativamente equilibrada de especies y mantiene elementos arbóreos nativos relevantes, principalmente *Quercus*, *Alnus*, *Salix* y *Pinus lawsonii*.

CUADRO III-47 COMPARATIVO DE DIVERSIDAD POR COMUNIDAD VEGETAL

Área / comunidad	Riqueza	Shannon H	Equidad J	Interpretación
RE — Bosque mesófilo	82	2.898	0.658	Comunidad de mayor riqueza y complejidad.
RE — Encinar	34	2.096	0.594	Diversidad media, dominancia de *Quercus*.
RE — Vegetación secundaria	17	1.878	0.663	Menor riqueza, pero equidad relativamente alta.
RE — Bosque de pino-encino	14	1.499	0.568	Comunidad más simplificada.
AI/AP — Encinar	28	2.200	0.660	Encinar perturbado, pero con estructura forestal reconocible.
AI/AP — Vegetación secundaria	24	2.103	0.662	Comunidad modificada, con especies nativas remanentes.

En conjunto, los resultados muestran que la **RE concentra una mayor riqueza florística, mayor diversidad de comunidades vegetales y mayor presencia de especies endémicas y en categoría de riesgo**, lo cual confirma su papel como unidad de referencia ambiental para evaluar el contexto ecológico del proyecto. Por su parte, el **AI/AP presenta una composición florística más simplificada y con mayor evidencia de perturbación**, reflejada en la presencia de vegetación secundaria, especies exóticas y comunidades asociadas a caminos, asentamientos y áreas previamente modificadas.

No obstante, el AI/AP no carece de valor ecológico, ya que conserva especies nativas, endémicas y elementos arbóreos estructurantes propios de bosques templados, particularmente del género *Quercus*, así como *Alnus acuminata*, *Salix bonplandiana* y *Pinus lawsonii*. Por ello, las medidas ambientales del proyecto deberán orientarse a evitar la pérdida adicional de cobertura vegetal, proteger los individuos nativos presentes, controlar la dispersión de especies exóticas y mantener la funcionalidad de los relictos vegetales asociados a escorrentías, cañadas y laderas.

La RE representa el contexto florístico regional de mayor complejidad y valor ecológico, mientras que el AI/AP corresponde a una zona más intervenida, pero aún integrada al mosaico vegetal regional y con elementos nativos que justifican la aplicación de medidas de prevención, manejo y restauración.

III.1.1.9 Caracterización de la fauna

De acuerdo con Blancas-Calva et al. (2010), la RE se localiza dentro de la provincia biótica de la Sierra Madre del Sur, en el estado de Oaxaca, con afinidad biogeográfica al **clado C** definido por dichos autores. Este clado agrupa subcuencas con mayor diversidad ambiental, asociadas a una mayor disponibilidad de agua, relieve montañoso y condiciones que favorecen el desarrollo de comunidades vegetales complejas, entre ellas bosques húmedos de pino-encino, bosque mesófilo de montaña y selvas medianas. Esta caracterización es congruente con las condiciones observadas en campo dentro de la RE, donde se registraron encinares, bosque de pino-encino, vegetación secundaria y fragmentos de bosque mesófilo de montaña.

Con el objetivo de caracterizar, valorar y diagnosticar el estado de conservación y/o deterioro de la fauna silvestre presente en la RE, el AI y el AP, con énfasis en los grupos de vertebrados terrestres, a fin de identificar la riqueza, abundancia, distribución, endemismo, categorías de riesgo y posibles factores de vulnerabilidad asociados al desarrollo del proyecto y de aportar elementos técnicos para la evaluación de impacto ambiental, la toma de decisiones y la definición de medidas orientadas a la protección, conservación y manejo de áreas sensibles, sitios de concentración de fauna, especies endémicas, emblemáticas o incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN, se llevaron a cabo diversas actividades de campo y gabinete.

Los objetivos particulares, correspondieron a.

- Generar un listado preliminar o potencial de especies de vertebrados terrestres —anfibios, reptiles, aves y mamíferos— con distribución potencial en la RE, el AI y el AP, a fin de contar con una referencia regional de la riqueza faunística esperada.
- Determinar la importancia del AI y AP en función de la presencia potencial o registrada de especies endémicas, emblemáticas o incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN.
- Obtener registros directos e indirectos de especies de fauna silvestre mediante recorridos prospectivos y muestreos de campo, que permitan corroborar la presencia de especies dentro de la RE, el AI y el AP.
- Identificar especies de fauna con mayor sensibilidad o vulnerabilidad ante las obras y actividades del proyecto, considerando sus hábitos, movilidad, dependencia de hábitat, categoría de riesgo y distribución dentro del área de estudio.

- Generar información técnica que sirva de base para proponer medidas de prevención, protección, rescate, reubicación o manejo de fauna silvestre durante las diferentes etapas del proyecto.

III.1.1.9.1 Listados potenciales de Fauna

Los listados potenciales de fauna silvestre se integraron a partir de información secundaria disponible, principalmente registros históricos de colecta, observación y documentación previa para las escalas de análisis consideradas. Estos registros permiten reconocer especies con antecedentes de presencia en la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área de Proyecto (AP), por lo que constituyen una referencia técnica para valorar la fauna con posibilidad de ocurrencia en el entorno del Proyecto.

Para la RE, el listado potencial incluye 245 especies de fauna silvestre, integradas por 11 anfibios, 38 reptiles, 156 aves y 40 mamíferos. Esta escala aporta el marco ecológico regional para identificar la riqueza faunística documentada históricamente y contextualizar la composición de especies en el entorno amplio del Proyecto.

En el AI, el listado potencial incluye 201 especies de fauna silvestre, correspondientes a siete anfibios, 29 reptiles, 132 aves y 33 mamíferos. La reducción en el número de especies respecto de la RE responde al acotamiento espacial del análisis y a la selección de registros asociados con condiciones ambientales más próximas al área de intervención.

Para el AP, el listado potencial comprende 148 especies de fauna silvestre, de las cuales cuatro corresponden a anfibios, 21 a reptiles, 103 a aves y 20 a mamíferos. Este listado representa el subconjunto de especies con antecedentes de registro en ambientes compatibles con el área directamente vinculada con las obras y actividades del Proyecto.

Para el AP se estimó la presencia potencial de 148 especies de fauna silvestre, de las cuales cuatro corresponden a anfibios, 21 a reptiles, 103 a aves y 20 a mamíferos. Si bien la riqueza potencial disminuye conforme se acota la escala espacial de análisis, el AP conserva elementos faunísticos relevantes, incluidos taxones endémicos y especies consideradas dentro de categorías de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 en algunos grupos faunísticos.

En conjunto, los resultados permiten identificar un gradiente esperado de riqueza faunística RE–AI–AP, en el cual la RE concentra la mayor diversidad potencial, mientras que el AI y el AP reflejan subconjuntos faunísticos más directamente asociados con las condiciones ambientales locales y con los hábitats presentes en el área de intervención.

III.1.1.9.1.1 Anfibios y Reptiles potenciales de la RE

En el caso de los **anfibios,** el listado potencial **incluye 11 especies, agrupadas en un orden, cinco familias y ocho géneros**. Dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): **la rana fisgona flautera (*Eleutherodactylus syristes*)** y la **rana de árbol de pliegue mexicana (*Plectrohyla bistincta*).** Asimismo, nueve especies presentan distribución endémica para México, lo que equivale al 81.8% del grupo. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Para **reptiles**, el listado potencial comprende **38 especies, clasificadas en dos órdenes, 11 familias y 26 géneros**. De éstas, **16 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010**: ocho como Amenazadas (A) y ocho como Sujetas a Protección Especial (Pr). Asimismo, 19 especies presentan distribución endémica para México, equivalentes al 50.0% del grupo. En la Lista Roja de la UICN, todas las especies se clasifican como de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-48 LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES DE ANFIBIOS PARA EL AP

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	End	S/C	LC
		Incilius marmoreus	Sapo jaspeado	End	S/C	LC
	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	End	S/C	LC
		Craugastor augusti	Rana ladradora amarilla	-	S/C	LC
	Hylidae	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante	End	S/C	LC
		Eleutherodactylus syristes	Rana fisgona flautera	End	Pr	LC
		Exerodonta sumichrasti	Rana de árbol	End	S/C	LC
		Tlalocohyla smithii	Rana de árbol mexicana enana	End	S/C	LC
		Plectrohyla bistincta	Rana de árbol de pliegue mexicana	End	Pr	LC
	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	End	S/C	LC
	Rhacophoridae	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

CUADRO III-49LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES DE REPTILES PARA EL AP

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	End	UICN
Testunides	Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga de pecho quebrado mexicana	End	Pr	LC
Squamata	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	End	Pr	LC
		Anolis nebuloides	Anolis oaxaquelo	End	S/C	LC
		Anolis nebulosus	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	End	S/C	LC
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	End	A	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa esmeralda norteña	End	S/C	LC
		Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa de mezquite	End	Pr	LC
		Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	End	S/C	LC
		Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	S/C	LC
		Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pecífico	-	S/C	LC
		Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del Pacífico	-	S/C	LC
	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	-	S/C	LC
	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	-	S/C	LC
		Aspidoscelis deppii	Huico siete líneas	-	S/C	LC
		Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	-	S/C	LC
	Anguidae	*Mesaspis gadovii*	Lagarto escorpión de Gadow	End	Pr	LC
		Abronia mixteca	Dragoncito de la Sierra Mixteca	End	A	LC
	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de petalillos	-	S/C	LC
		Lampropeltis polyzona	Falso coralillo real occidental	End	S/C	LC
		Leptophis diplotropis	Culebra perico gargantilla	End	A	LC
		Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical	-	A	LC
		Oxybelis aeneus	Culebra bejuquillo mexicana	-	S/C	LC
		Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	End	A	LC
		Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	S/C	LC
		Pseudoficimia frontalis	Culebra ilamacoa	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	End	UICN
		Salvadora intermedia	Culebra chata oaxaqueña	End	S/C	LC
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera	-	S/C	LC
		Tantilla bocourti	Culebrita cabeza negra de Bocourt	End	S/C	LC
		Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	-	S/C	LC
		Trimorphodon tau	Falsa nauyaca mexicana	End	S/C	LC
	Dipsadidae	*Imantodes gemmistratus*	Culebra cordelilla centroamericana	-	Pr	LC
		Leptodeira annulata	Culebra ojo de gato bandada	-	Pr	LC
		Leptodeira maculata	Culebra ojo de gato del suroeste	End	Pr	LC
	Natricidae	*Thamnophis chrysocephalus*	Culebra listonada cabeza dorada	End	A	LC
		Thamnophis cyrtopsis	Culebra listonada cuello negro	-	A	LC
		Thamnophis godmani	Culebra listonada de Godman	End	A	LC
	Viperidae	*Crotalus culminatus*	Cascabel tropical del Pacífico	-	S/C	LC
		Agkistrodon bilineatus	Cantil enjaquimado	-	Pr	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.1.2 Listado de especies de aves potenciales para la RE

El listado potencial de **aves para la RE incluye 156 especies**, distribuidas **en 17 órdenes, 41 familias y 112 géneros.** Este grupo presentó la mayor riqueza específica dentro de la fauna silvestre documentada para la escala regional.

De las especies incluidas, **siete se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): la aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*). Asimismo, siete especies presentan distribución endémica para México. Conforme a la Lista Roja de la UICN, la mayoría de las especies se ubica en la categoría de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-50 ESPECIES POTENCIALES DE AVES EN LA RE

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato boludo menor	-	S/C	LC
Galliformes	Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	-	S/C	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	-	S/C	LC
		Columbina inca	Tortolita cola larga	-	S/C	LC
		Columbina passerina	Tórtola coquita	-	S/C	LC
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	S/C	LC
		Zenaida macroura	Huilota común	-	S/C	LC
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	-	S/C	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus erythropthalmus*	Cuclillo pico negro	-	S/C	LC
		Coccyzus americanus	Cuclillo pico canela	-	S/C	LC
		Piaya cayana	Cuclillo canela	-	S/C	LC
		Geococcyx velox	Correcaminos tropical	-	S/C	LC
		Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	-	S/C	LC
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	S/C	LC
		Chordeiles minor	Chotacabras zumbón	-	S/C	LC
		Antrostomus vociferus	Tapacaminos cuerporruín norteño	-	S/C	LC
	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	-	S/C	LC
		Streptoprocne rutila	Vencejo cuello castaño	-	S/C	LC
		Aeronautes saxatalis	Vencejo pecho blanco	-	S/C	LC
		Cypseloides niger	Vencejo negro americano	-	S/C	LC
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-	S/C	LC
		Calothorax pulcher	Colibrí mixteco	End	S/C	LC
		Calothorax lucifer	Colibrí lucifer	-	S/C	LC
		Selasphorus rufus	Zumbador canelo	-	S/C	NT
		Cynanthus sordidus	Colibrí opaco	-	S/C	LC
		Amazilia beryllina	Colibrí berilo	-	S/C	LC
		Colibri thalassinus	Colibrí orejas rojas	-	S/C	LC
		Basilinna leucotis	Colibrí oreja blancas	-	S/C	LC
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula chloropus*	Gallineta común	-	S/C	LC
		Fulica americana	Gallareta americana	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana	-	S/C	LC
	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	S/C	LC
	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	S/C	LC
		Calidris minutilla	playero diminuto	-	S/C	LC
		Calidris bairdii	Playero de Baird	-	S/C	LC
		Calidris melanotos	Playero pectoral	-	S/C	LC
		Calidris himantopus	Playero zancón	-	S/C	LC
		Tringa flavipes	Patamarilla menor	-	S/C	LC
		Tringa solitaria	Playero solitario	-	S/C	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	-	S/C	LC
		Egretta thula	Garza dedos dorados	-	S/C	LC
		Butorides virescens	Garcita verde	-	S/C	LC
		Nycticorax	Garza nocturna corona negra	-	S/C	LC
		Ardea herodias	Garza morena	-	S/C	LC
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	-	S/C	LC
	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis rojos	-	S/C	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	S/C	LC
		Coragyps atratus	zopilote común	-	S/C	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	-	Pr	LC
		Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	S/C	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	S/C	LC
		Buteo swainsoni	aguililla de Swainson	-	Pr	LC
		Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	-	Pr	LC
		Accipiter cooperii	gavilán de Cooper	-	Pr	LC
		Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	-	Pr	LC
		Circus cyaneus	Gavilán rastrero	-	S/C	LC
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-	S/C	LC
		Bubo virginianus	Búho cornudo	-	S/C	LC
		Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	-	S/C	LC
		Athene cunicularia	Tecolote llanero	-	S/C	LC
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa elegante	-	S/C	LC
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	-	S/C	LC
	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Piciformes	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	End	S/C	LC
		Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	-	S/C	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-	S/C	LC
		Falco peregrinus	Halcón peregrino	-	Pr	LC
		Caracara cheriway	Caracara	-	S/C	LC
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Papamoscas degollado	-	S/C	LC
	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	S/C	LC
		Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	-	S/C	LC
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	-	S/C	LC
		Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	-	S/C	LC
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	S/C	LC
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	-	S/C	LC
		Empidonax traillii	Mosquero saucero	-	S/C	LC
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	S/C	LC
		Sayornis saya	Papamoscas llanero	-	S/C	LC
		Xenotriccus mexicanus	Mosquero del balsas	End	Pr	LC
		Myiopagis viridicata	Mosquerito verdoso	-	S/C	LC
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas rayado común	-	S/C	LC
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	-	S/C	LC
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	S/C	LC
		Myiarchus nuttingi	Papamoscas Huí	-	S/C	LC
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	-	S/C	LC
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	S/C	LC
		Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	S/C	LC
		Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	-	S/C	LC
		Empidonax minimus	Papamoscas chico	-	S/C	LC
	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	S/C	LC
		Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	-	S/C	LC
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	S/C	LC
		Vireo hypochryseus	Vireo amarillo	End	S/C	LC
	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo	-	S/C	NT
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo grande	-	S/C	LC
	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	S/C	LC
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	-	S/C	LC
		Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	S/C	LC
		Riparia	Golondrina ribereña	-	S/C	LC
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina alas cerradas	-	S/C	LC
	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	S/C	LC
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	-	S/C	LC
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	-	S/C	LC
	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-	S/C	LC
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	-	S/C	LC
		Catherpes mexicanus	Saltapared barranqueño	-	S/C	LC
		Campylorhynchus jocosus	Matraca del Balsas	End	S/C	LC
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	S/C	LC
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	S/C	LC
		Melanotis caerulescens	Mulato azul	End	S/C	LC
	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	-	S/C	LC
		Catharus ustulatus	Zorzal de Swainson	-	S/C	LC
		Catharus guttatus	Zorzal cola canela	-	S/C	LC
		Sialia sialis	Azulejo garganta canela	-	S/C	LC
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	-	S/C	LC
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	S/C	LC
		Spinus psaltria	Jilguero dominico	-	S/C	LC
	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	S/C	LC
		Melozone kieneri	Rascador nuca canela	-	S/C	LC
		Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	-	S/C	LC
		Spizella pallida	Gorrión pálido	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	S/C	LC
		Atlapetes pileatus	Rascador gorra canela	-	S/C	LC
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-	S/C	LC
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	S/C	LC
		Icterus parisorum	Calandria tunera	-	S/C	LC
		Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	S/C	LC
		Icterus abeillei	Calandria flancos negros	End	S/C	LC
		Icterus pustulatus	Calandria dorso rayado	-	S/C	LC
		Icterus spurius	Calandria castaña	-	S/C	LC
		Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	-	S/C	LC
	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogrís	-	S/C	LC
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	-	S/C	LC
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	S/C	LC
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-	S/C	LC
		Cardellina rubra	Chipe rojo	-	S/C	LC
		Cardellina pusilla	chipe corona negra	-	S/C	LC
		Leiothlypis celata	Chipe olivaceo	-	S/C	LC
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	-	S/C	LC
		Myioborus pictus	Pavito alas blancas	-	S/C	LC
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	S/C	LC
		Basileuterus belli	chipe cejas doradas	-	S/C	LC
		Mniotilta varia	Chipe trepador	-	S/C	LC
		Basileuterus rufifrons	Chipe gorra rufa	-	S/C	LC
	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	S/C	LC
		Passerina versicolor	Colorín morado	-	S/C	LC
		Passerina cyanea	Colorín azul	-	S/C	LC
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	S/C	LC
		Pheucticus chrysopeplus	Picogordo amarillo	-	S/C	LC
		Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	S/C	LC
		Piranga erythrocephala	Piranga cabeza roja	-	S/C	LC
		Piranga rubra	Piranga roja	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	-	S/C	LC
	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	S/C	LC
		Volatinia jacarina	Semillero brincador	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.1.3 Mamíferos potenciales para la RE

El listado potencial de mamíferos para la RE incluye **40 especies, distribuidas en siete órdenes, 17 familias y 32 géneros**. Las familias con mayor representatividad fueron Cricetidae y Phyllostomidae, seguidas por Vespertilionidae y Procyonidae.

De las especies incluidas, dos se encuentran enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría En Peligro de Extinción (P): el tigrillo (*Leopardus pardalis*).** Asimismo, cuatro especies presentan distribución endémica para México. Conforme a la Lista Roja de la UICN, las especies incluidas en el listado se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

III.1.1.9.2 Listados potenciales del AP y AI

El listado potencial de fauna silvestre para el Área de Influencia (AI) se integró a partir de registros históricos de colecta, observación y documentación previa asociados con ambientes ecológicamente compatibles con esta escala de análisis. Estos antecedentes permiten reconocer especies con posibilidad de ocurrencia en el entorno inmediato del Proyecto, sin que ello implique su presencia confirmada durante la prospección de campo.

Con base en dicha información, el listado potencial para el AI incluye 201 especies de fauna silvestre: siete anfibios, 29 reptiles, 132 aves y 33 mamíferos.

III.1.1.9.2.1 Anfibios y Reptiles potenciales del AP y AI

En el caso de los anfibios, el listado incluye **siete especies, agrupadas en un orden, cuatro familias y seis géneros**. Una especie se encuentra enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): la rana de árbol de pliegue mexicana (*Plectrohyla bistincta*).** Asimismo, seis especies presentan distribución endémica para México, equivalentes al 85.7% del grupo. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-51 LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES DE ANFIBIOS PARA EL AI Y AP

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	End	S/C	LC
		Incilius marmoreus	Sapo jaspeado	End	S/C	LC
	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	End	S/C	LC
	Hylidae	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante	End	S/C	LC
		Exerodonta sumichrasti	Rana de árbol	End	S/C	LC
		Plectrohyla bistincta	Rana de árbol de pliegue mexicana	End	Pr	LC
	Rhacophoridae	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

Para reptiles, el listado potencial comprende 29 especies, clasificadas en un orden, nueve familias y 20 géneros. De éstas, 10 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010: cinco como Amenazadas (A) y cinco como Sujetas a Protección Especial (Pr). Asimismo, 13 especies presentan distribución endémica para México, lo que representa el 44.8% del grupo. De acuerdo con la UICN, las especies incluidas se clasifican como de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-52LISTADO POTENCIAL DE ESPECIES DE REPTILES PARA EL AI Y AP.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	End	UICN
Squamata	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	End	Pr	LC
		Anolis nebuloides	Anolis oaxaquelo	End	S/C	LC
		Anolis nebulosus	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	End	S/C	LC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa esmeralda norteña	End	S/C	LC
		Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa de mezquite	End	Pr	LC
		Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	End	S/C	LC
		Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	S/C	LC
		Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pecífico	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	End	UICN
		Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del Pacífico	-	S/C	LC
	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	-	S/C	LC
	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	-	S/C	LC
		Aspidoscelis deppii	Huico siete líneas	-	S/C	LC
		Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	-	S/C	LC
	Anguidae	*Mesaspis gadovii*	Lagarto escorpión de Gadow	End	Pr	LC
		Abronia mixteca	Dragoncito de la Sierra Mixteca	End	A	LC
	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de petalillos	-	S/C	LC
		Leptophis diplotropis	Culebra perico gargantilla	End	A	LC
		Oxybelis aeneus	Culebra bejuquillo mexicana	-	S/C	LC
		Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	End	A	LC
		Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	S/C	LC
		Pseudoficimia frontalis	Culebra ilamacoa	-	S/C	LC
		Salvadora intermedia	Culebra chata oaxaqueña	End	S/C	LC
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera	-	S/C	LC
		Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	-	S/C	LC
	Dipsadidae	*Imantodes gemmistratus*	Culebra cordelilla centroamericana	-	Pr	LC
		Leptodeira maculata	Culebra ojo de gato del suroeste	End	Pr	LC
	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra listonada cuello negro	-	A	LC
		Thamnophis godmani	Culebra listonada de Godman	End	A	LC
	Viperidae	*Crotalus culminatus*	Cascabel tropical del Pacífico	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.2.2 Aves potenciales del AP y AI

El grupo de aves incluye 132 especies potenciales, distribuidas en 14 órdenes, 36 familias y 95 géneros. Tres especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) y la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*). Asimismo, cinco especies presentan distribución endémica para México. Conforme a la Lista Roja de la UICN, la mayoría de las especies se ubica en la categoría de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-53 LISTADOS DE AVES POTENCIALES DEL AI Y AP

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	-	S/C	LC
		Columbina inca	Tortolita cola larga	-	S/C	LC
		Columbina passerina	Tórtola coquita	-	S/C	LC
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	S/C	LC
		Zenaida macroura	Huilota común	-	S/C	LC
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	-	S/C	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico canela	-	S/C	LC
		Piaya cayana	Cuclillo canela	-	S/C	LC
		Geococcyx velox	Correcaminos tropical	-	S/C	LC
		Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	-	S/C	LC
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	S/C	LC
		Chordeiles minor	Chotacabras zumbón	-	S/C	LC
		Antrostomus vociferus	Tapacaminos cuerporruín norteño	-	S/C	LC
	Apodidae	*Streptoprocne rutila*	Vencejo cuello castaño	-	S/C	LC
		Aeronautes saxatalis	Vencejo pecho blanco	-	S/C	LC
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-	S/C	LC
		Calothorax pulcher	Colibrí mixteco	End	S/C	LC
		Calothorax lucifer	Colibrí lucifer	-	S/C	LC
		Selasphorus rufus	Zumbador canelo	-	S/C	NT
		Cynanthus sordidus	Colibrí opaco	-	S/C	LC
		Amazilia beryllina	Colibrí berilo	-	S/C	LC
		Colibri thalassinus	Colibrí orejas rojas	-	S/C	LC
		Basilinna leucotis	Colibrí oreja blancas	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita americana	-	S/C	LC
	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	S/C	LC
	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	playero diminuto	-	S/C	LC
		Calidris bairdii	Playero de Baird	-	S/C	LC
		Calidris melanotos	Playero pectoral	-	S/C	LC
		Calidris himantopus	Playero zancón	-	S/C	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	-	S/C	LC
		Egretta thula	Garza dedos dorados	-	S/C	LC
		Butorides virescens	Garcita verde	-	S/C	LC
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	-	S/C	LC
	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis rojos	-	S/C	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	S/C	LC
		Coragyps atratus	zopilote común	-	S/C	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-	S/C	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	S/C	LC
		Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	-	Pr	LC
		Accipiter cooperii	gavilán de Cooper	-	Pr	LC
		Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	-	Pr	LC
		Circus cyaneus	Gavilán rastrero	-	S/C	LC
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-	S/C	LC
		Bubo virginianus	Búho cornudo	-	S/C	LC
		Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	-	S/C	LC
		Athene cunicularia	Tecolote llanero	-	S/C	LC
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa elegante	-	S/C	LC
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto corona canela	-	S/C	LC
	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	S/C	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	End	S/C	LC
		Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	-	S/C	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-	S/C	LC
		Caracara cheriway	Caracara	-	S/C	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	S/C	LC
		Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	-	S/C	LC
		Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	-	S/C	LC
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	S/C	LC
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	-	S/C	LC
		Empidonax traillii	Mosquero saucero	-	S/C	LC
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	S/C	LC
		Sayornis saya	Papamoscas llanero	-	S/C	LC
		Myiopagis viridicata	Mosquerito verdoso	-	S/C	LC
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas rayado común	-	S/C	LC
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas gritón	-	S/C	LC
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	S/C	LC
		Myiarchus nuttingi	Papamoscas Huí	-	S/C	LC
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	-	S/C	LC
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	S/C	LC
		Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	S/C	LC
		Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	-	S/C	LC
		Empidonax minimus	Papamoscas chico	-	S/C	LC
	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	S/C	LC
		Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	-	S/C	LC
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	S/C	LC
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	S/C	LC
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo grande	-	S/C	LC
	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	-	S/C	LC
		Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	S/C	LC
		Riparia	Golondrina ribereña	-	S/C	LC
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina alas cerradas	-	S/C	LC
	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	S/C	LC
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	-	S/C	LC
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-	S/C	LC
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	-	S/C	LC
		Catherpes mexicanus	Saltapared barranqueño	-	S/C	LC
		Campylorhynchus jocosus	Matraca del Balsas	End	S/C	LC
	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	S/C	LC
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-	S/C	LC
		Melanotis caerulescens	Mulato azul	End	S/C	LC
	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	-	S/C	LC
		Catharus ustulatus	Zorzal de Swainson	-	S/C	LC
		Catharus guttatus	Zorzal cola canela	-	S/C	LC
		Sialia sialis	Azulejo garganta canela	-	S/C	LC
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	-	S/C	LC
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	S/C	LC
		Spinus psaltria	Jilguero dominico	-	S/C	LC
	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	S/C	LC
		Melozone kieneri	Rascador nuca canela	-	S/C	LC
		Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	-	S/C	LC
		Spizella pallida	Gorrión pálido	-	S/C	LC
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	S/C	LC
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-	S/C	LC
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-	S/C	LC
		Icterus parisorum	Calandria tunera	-	S/C	LC
		Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	S/C	LC
		Icterus abeillei	Calandria flancos negros	End	S/C	LC
		Icterus pustulatus	Calandria dorso rayado	-	S/C	LC
		Icterus spurius	Calandria castaña	-	S/C	LC
		Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	-	S/C	LC
	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe negrogrís	-	S/C	LC
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	-	S/C	LC
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-	S/C	LC
		Cardellina rubra	Chipe rojo	-	S/C	LC
		Cardellina pusilla	chipe corona negra	-	S/C	LC
		Leiothlypis celata	Chipe olivaceo	-	S/C	LC
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	-	S/C	LC
		Myioborus pictus	Pavito alas blancas	-	S/C	LC
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	S/C	LC
		Mniotilta varia	Chipe trepador	-	S/C	LC
		Basileuterus rufifrons	Chipe gorra rufa	-	S/C	LC
	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	S/C	LC
		Passerina versicolor	Colorín morado	-	S/C	LC
		Passerina cyanea	Colorín azul	-	S/C	LC
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	S/C	LC
		Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	S/C	LC
		Piranga erythrocephala	Piranga cabeza roja	-	S/C	LC
		Piranga rubra	Piranga roja	-	S/C	LC
		Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	-	S/C	LC
	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.2.3 Mamiferos potenciales del AP y AI

Finalmente, el listado potencial de mamíferos para el AI incluye 33 especies, distribuidas en seis órdenes, 14 familias y 25 géneros. Dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría En Peligro de Extinción (P): el tigrillo (*Leopardus pardalis*). Asimismo, cuatro especies presentan distribución endémica para México. Conforme a la Lista Roja de la UICN, las especies incluidas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

CUADRO III-54 LISTADO DE MAMÍFEROS POTENCIALES

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	-	S/C	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	S/C	LC
	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*	Ratón espinoso mexicano	-	S/C	LC
		Heteromys pictus	Ratón espinoso pintado	-	S/C	LC
	Cricetidae	*Peromyscus aztecus*	Ratón azteca	-	S/C	LC
		Peromyscus gratus	Ratón piñonero	-	S/C	LC
		Peromyscus megalops	Ratón pardo	End	S/C	LC
		Peromyscus melanophrys	Ratón de meseta	End	S/C	LC
		Peromyscus melanurus	Ratón de Jalatengo	End	S/C	LC
		Peromyscus mexicanus	Ratón mexicano	-	S/C	LC
		Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero leonado	-	S/C	LC
		Reithrodontomys megalotis	Ratón cosechero común	-	S/C	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre torda	-	S/C	LC
		Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	End	S/C	LC
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro	-	S/C	LC
		Artibeus lituratus	Murciélago frugívoro gigante	-	S/C	LC
		Centurio senex	Murciélago cara arrugada	-	S/C	LC
		Choeronycteris mexicana	Murciélago trompoduo	-	S/C	LC
	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago barba arrugada	-	S/C	LC
	Molossidae	*Molossus sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	-	S/C	LC
	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	-	S/C	LC
		Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago magueyero menor	-	S/C	LC
		Myotis velifer	Miotis mexicano	-	S/C	LC
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrillo	-	P	LC
		Leopardus wiedii	Ocelote	-	P	LC
	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	-	S/C	LC
		Canis latrans	Coyote	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca	-	S/C	LC
		Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	-	S/C	LC
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	S/C	LC
		Procyon lotor	Mapache	-	S/C	LC
		Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.3 Métodos de muestreo en campo y resultados

III.1.1.9.3.1 Registro de herpetofauna y resultados en la RE

El registro de herpetofauna se realizó mediante recorridos de búsqueda directa en campo, técnica que permite documentar la presencia de anfibios y reptiles a partir de la observación directa de individuos, rastros o refugios potenciales. Este método resulta adecuado para obtener información de presencia, riqueza y distribución local, particularmente cuando se aplica en diferentes horarios y tipos de microhábitat.

Para el presente Proyecto se efectuaron recorridos diurnos en dos horarios aproximados: de 7:00 a 12:00 h y de 15:00 a 18:00 h. Durante los recorridos se revisaron sitios con condiciones favorables para anfibios y reptiles, tales como áreas con hojarasca, rocas, troncos, oquedades, bordes de vegetación, zonas abiertas y sitios con humedad relativa. La búsqueda se apoyó con gancho herpetológico para la revisión de refugios potenciales bajo piedras y troncos, evitando la manipulación innecesaria de los ejemplares.

Los organismos observados fueron identificados a nivel de especie mediante guías y claves especializadas, registrando su ubicación con GPS y concentrando la información en una base de datos para su posterior análisis. Con ello se obtuvo información sobre riqueza específica, distribución por área de análisis y presencia de especies con categoría de riesgo o endemismo.

En la RE se registraron **dos especies de anfibios, pertenecientes a un orden, dos familias y dos géneros. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010**. Conforme a la Lista Roja de la UICN, ambas especies se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

FIGURA III-51 BÚSQUEDA DE ORGANISMOS CON AYUDA DE UN GANCHO HERPETOLÓGICO.



CUADRO III-55 ESPECIES DE ANFIBIOS REGISTRADAS EN LA RE.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist.	NOM-059	UICN
Anura	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	End	S/C	LC
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

En la RE se registraron **siete especies de reptiles, clasificadas taxonómicamente en un orden, cuatro familias y cuatro géneros.**

De las especies registradas, **dos se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el lagarto escorpión de Gadow (*Mesaspis gadovii*), bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr), y la culebra listonada cabeza dorada (*Thamnophis***

***chrysocephalus*), bajo la categoría Amenazada (A). Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, cinco especies presentan distribución endémica para México: la lagartija espinosa esmeralda norteña (*Sceloporus formosus*), la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*), la lagartija espinosa sureña de hendiduras (*Sceloporus aureolus*), el lagarto escorpión de Gadow (*Mesaspis gadovii*) y la culebra listonada cabeza dorada (*Thamnophis chrysocephalus*).

CUADRO III-56 ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS EN LA RE.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist.	NOM-059	UICN
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa esmeralda norteña	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija espinosa esmeralda	-	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	End	S/C	LC
Squamata	Anguidae	*Mesaspis gadovii*	Lagarto escorpión de Gadow	End	Pr	LC
Squamata	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	S/C	LC
Squamata	Natricidae	*Thamnophis chrysocephalus*	Culebra listonada cabeza dorada	End	A	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.3.2 Registro de especies de avifauna y resultados en la RE.

Para obtener la información de la valoración de riqueza, abundancia y diversidad, se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 m (Hutto et al., 1986). Este método se escogido porque presenta una fina resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de las aves tanto residentes como migratorias. Permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados para obtener información de especies/área (Moore et al., 2005), y porque este método es el que tiene el mayor espectro de observación de aves tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).

Los censos se ejecutaron en horas de mayor actividad de las aves (al amanecer) hasta las 11:00 am. El registro de los organismos durante el conteo se efectuó con una cámara digital réflex SONY alfa 77 y un teleobjetivo 4 - 5.6 / 200 – 500 Sony.

FIGURA III-52 MUESTREO DE AVIFAUNA CON AYUDA DE CÁMARA RÉFLEX Y TELEFOTO.



Durante la prospección en campo se registraron 67 especies de aves en la RE, clasificadas en ocho órdenes, 28 familias y 54 géneros. Las familias con mayor riqueza fueron Parulidae, Tyrannidae y Passerellidae.

De las especies registradas, una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*). Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, una especie presenta distribución endémica para México: el mulato azul (*Melanotis caerulescens*).

CUADRO III-57 ESPECIES DE AVES REGISTRADA EN LA RE

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	-	S/C	LC
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	S/C	LC
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos tucuchillo	-	SC	LC
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo collar blanco	-	SC	LC
	Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	-	SC	LC
		Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	-	SC	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	gavilán de Cooper	-	Pr	LC
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium gnoma*	Tecolote serrano	-	SC	LC
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon mexicanus*	Coa mexicana	-	SC	LC
Piciformes	Picidae	*Leuconotopicus villosus*	Carpintero albinegro mayor	-	SC	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	S/C	LC
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	SC	LC
		Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	-	SC	LC
		Camptostoma imberbe	Mosquerito chillón	-	SC	LC
		Attila spadiceus	Mosquero Atila	-	SC	LC
		Myiozetetes similis	Luisito común	-	SC	LC
	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	-	S/C	LC
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	S/C	LC
		Vireolanius melitophys	Vireo arlequín	-	SC	LC
		Vireo solitarius	Vireo anteojillo	-	SC	LC
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo grande	-	S/C	LC
		Cyanocitta stelleri	Chara copetona	-	SC	LC
	Hirundinidae	*Tachycineta talassina*	Golondrina verdemar	-	SC	LC
		Stelgidopterix serripennis	Golondrina alas aserradas	-	SC	LC
	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	S/C	LC
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	-	S/C	LC
	Polioptilidae	*Polioptila albiloris*	Perlita pispirria	-	SC	LC
	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-	S/C	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común norteño	-	SC	LC
		Henicorhina leucophrys	Saltapared pecho gris	-	SC	LC
	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	SC	LC
		Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	-	S/C	LC
		Catharus guttatus	Zorzal cola canela	-	S/C	LC
		Catharus aurantiirostris	Zorzal pico naranja	-	SC	LC
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	S/C	LC
		Spinus psaltria	Jilguero dominico	-	S/C	LC
	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	S/C	LC
		Pipilo maculatus	Rascador moteado	-	SC	LC
		Melozone fusca	Rascador viejita	-	SC	LC
		Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	-	SC	LC
		Arremon virenticeps	Rascador cejas verdes	-	SC	LC
		Chlorospingus flavopectus	Chinchinero común	-	SC	LC
	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe grande	-	SC	LC
		Icterus bullockii	Calandria cejas naranjas	-	SC	LC
		Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	-	S/C	LC
	Parulidae	*Oreothlypis superciliosa*	Chipe cejas blancas	-	SC	LC
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	-	S/C	LC
		Geothlypis tolmei	Chipe lores negros	-	S/C	LC
		Geothlypis formosa	Chipe patilludo	-	SC	LC
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	SC	LC
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	S/C	LC
		Setophaga graciae	Chipe cejas amarillas	-	SC	LC
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-	S/C	LC
		Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	-	SC	LC
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	-	S/C	LC
		Basileuterus culicivorus	Chipe cejas negras	-	SC	LC

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
		Cardellina pusilla	chipe corona negra	-	S/C	LC
		Cardellina rubra	Chipe rojo	-	S/C	LC
		Myioborus pictus	Pavito alas blancas	-	S/C	LC
		Myioborus miniatus	Pavito alas negas	-	SC	LC
	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	S/C	LC
		Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	SC	LC
		Piranga flava	Piranga encinera	-	SC	LC
		Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	S/C	LC
	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	-	SC	LC
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	End	S/C	LC
	Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado	-	SC	LC

III.1.1.9.3.3 Registro de especies de mamíferos y resultados en la RE

El registro de mastofauna se realizó mediante métodos directos e indirectos. Para mamíferos medianos se emplearon cámaras trampa y recorridos de búsqueda de rastros, tales como huellas, excretas, pelos, huesos, madrigueras y echaderos. Para mamíferos pequeños se utilizaron trampas de captura viva tipo Sherman.

Se colocaron ocho cámaras trampa, programadas para operar durante 24 horas y registrar tres fotografías por evento de movimiento o calor detectado, incluyendo fecha y hora. Las cámaras se instalaron a una altura aproximada de 60 cm sobre el nivel del suelo, sujetas a árboles, procurando despejar el campo de detección para evitar activaciones por movimiento de ramas, hojas o arbustos. Frente a cada cámara se colocó cebo como atrayente, considerando avena humedecida con vainilla y sardina, con la finalidad de favorecer el registro de mamíferos herbívoros, omnívoros y carnívoros.

Para el registro de mamíferos pequeños se colocaron 60 trampas Sherman en transectos lineales, separadas aproximadamente 10 m entre sí. Las trampas fueron cebadas con avena en hojuelas humedecida con vainilla, colocadas al atardecer y revisadas durante la mañana siguiente. Los organismos capturados fueron identificados a nivel de especie mediante claves especializadas; posteriormente se registraron datos básicos de identificación, sexo y evidencia fotográfica, y fueron liberados en el mismo sitio de captura.

FIGURA III-53PROGRAMACIÓN Y COLOCACIÓN DE CÁMARAS TRAMPA.



FIGURA III-54 COLOCACIÓN DE TRAMPAS DE CAPTURA VIVA TIPO SHERMAN.



En la **RE se registraron nueve especies de mamíferos, clasificadas en cuatro órdenes, siete familias y ocho géneros**. Las familias Cricetidae y Canidae presentaron la mayor representatividad, con dos especies cada una.

De las especies registradas, una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría En Peligro de Extinción (P): *Leopardus weidi*. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, una especie presenta distribución endémica para México: el **conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*)**.

CUADRO III-58ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS EN LA RE.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist.	NOM-059	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	S/C	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	S/C	LC
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus aztecus*	Ratón azteca	-	S/C	LC
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*	Ratón mexicano	-	S/C	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	End	S/C	LC
Carnivora	Felidae	*Leopardus weidi*	Tigrillo	-	P	LC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	S/C	LC
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	-	S/C	LC
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.4 Resultados de trabajos de campo para el Área del Proyecto y Área de Influencia.

Durante la prospección a campo se registraron un total de 59 especies de fauna silvestre, en el Área de Proyecto (lo que representa el 39.8% del total de las especies potenciales para esta zona) de las especies registradas cuatro pertenecen al grupo de los reptiles, 50 especies al grupo de aves y cinco especies al grupo de mamíferos.

III.1.1.9.4.1 Listado de anfibios en el AI y AP

En el AI y AP se registraron cuatro especies de reptiles, clasificadas en un orden, dos familias y dos géneros. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, las cuatro especies presentan distribución endémica para México: el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*), la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*), la lagartija espinosa esmeralda (*Sceloporus scitulus*) y la lagartija espinosa sureña de hendiduras (*Sceloporus aureolus*).

CUADRO III-59 ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS EN EL AP.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist.	NOM-059	UICN
Squamata	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija espinosa esmeralda	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	End	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.4.2 Listado de reptiles s en el AI y AP

En el AI y el AP se registraron cuatro especies de reptiles, clasificadas en un orden, dos familias y dos géneros. Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, las cuatro especies presentan distribución endémica para México: el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*), la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*), la lagartija espinosa esmeralda (*Sceloporus scitulus*) y la lagartija espinosa sureña de hendiduras (*Sceloporus aureolus*).

CUADRO III-60 ESPECIES DE REPTILES REGISTRADAS EN EL AP.

Orden	Familia	Nombre científico	III.1.1.9.4.3 Nombre común	Dist.	NOM-059	UICN
Squamata	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija espinosa esmeralda	End	S/C	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	End	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.4.4 Listado de aves registradas en el AP y el AI

Durante la prospección en campo se registraron 50 especies de aves en el AP, clasificadas en cinco órdenes, 17 familias y 39 géneros. Las familias con mayor riqueza fueron Parulidae, Tyrannidae y Passerellidae.

De las especies registradas, una se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr): el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*). Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, una especie presenta distribución endémica para México: el mulato azul (*Melanotis caerulescens*).

CUADRO III-61 LISTADO DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN EL AP Y EL AI

ç	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola coquita	-	S/C	LC
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	S/C	LC
Apodiformes	Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Colibrí oreja blancas	-	S/C	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	S/C	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	gavilán de Cooper	-	Pr	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	S/C	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	-	S/C	LC
		Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copetón	-	S/C	LC
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	-	S/C	LC
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	S/C	LC
		Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	-	S/C	LC
	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo ojos rojos	-	S/C	LC
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	-	S/C	LC
		Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	-	S/C	LC
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador oriental	-	S/C	LC
	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	S/C	LC
	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-	S/C	LC
	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	-	S/C	LC
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	End	S/C	LC
	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	-	S/C	LC
		Catharus guttatus	Zorzal cola canela	-	S/C	LC
		Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	S/C	LC
	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	S/C	LC
		Spinus psaltria	Jilguero dominico	-	S/C	LC
	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	S/C	LC
		Aimophila ruficeps	Zacatonero corona canela	-	S/C	LC
		Pipilo maculatus	Rascador moteado	-	S/C	LC
		Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	-	S/C	LC
		Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	-	S/C	LC
	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Calandria capucha negra	-	S/C	LC
		Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	-	S/C	LC

ç	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dis t	NOM-059	UIC N
		Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	-	S/C	LC
	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-	S/C	LC
		Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	-	S/C	LC
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	-	S/C	LC
		Geothlypis tolmei	Chipe lores negros	-	S/C	LC
		Geothlypis formosa	Chipe patilludo	-	S/C	LC
		Geothlypis trichas	Mascarita común	-	S/C	LC
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	S/C	LC
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-	S/C	LC
		Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	-	S/C	LC
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	-	S/C	LC
		Basileuterus rufifrons	Chipe gorra rufa	-	S/C	LC
		Basileuterus belli	chipe cejas doradas	-	S/C	LC
		Cardellina pusilla	chipe corona negra	-	S/C	LC
		Myioborus miniatus	Pavito alas negas	-	S/C	LC
	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	S/C	LC
		Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	S/C	LC
		Piranga flava	Piranga encinera	-	S/C	LC
		Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.4.5 Listado de mamíferos registrados en el AP

Para el grupo de mamíferos, en el AP y el AI se registraron cinco especies, clasificadas taxonómicamente en tres órdenes, cuatro familias y cuatro géneros.

Ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Conforme a la Lista Roja de la UICN, todas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Respecto a su distribución geográfica, una especie presenta distribución endémica para México: el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*).

CUADRO III-62 LISTADO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS EN EL AP.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Dist	NOM-059	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	S/C	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	S/C	LC
	Cricetidae	*Peromyscus gratus*	Ratón piñonero	-	S/C	LC
		Peromyscus aztecus	Ratón azteca	-	S/C	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	End	S/C	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010: S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción. **Lista Roja de la UICN:** LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado. **Distribución:** End: Endémica a México, - no endémica.

III.1.1.9.5 Índices de diversidad y eficiencia de muestreo de fauna

III.1.1.9.5.1 Riqueza de especies

Al comparar los listados potenciales con las especies registradas durante los inventarios de campo, se observa que la riqueza registrada representa una proporción diferenciada en cada escala de análisis. **En el AP se registraron 59 especies de fauna silvestre, equivalentes al 39.8% del listado potencial para esta área; en el AI se registraron 65 especies, equivalentes al 32.3%; mientras que en la RE se registraron 85 especies, equivalentes al 34.6% del listado potencial regional**.

En términos generales, la mayor riqueza registrada corresponde a la RE, lo cual es congruente con su mayor superficie y heterogeneidad ambiental. No obstante, el AP presentó la mayor proporción de especies registradas respecto de su listado potencial, lo que indica que, aun tratándose del área de intervención directa, mantiene una representación faunística relevante, principalmente asociada a aves, reptiles y mamíferos pequeños.

CUADRO III-63ESPECIES POTENCIALES Y REGISTRADAS EN CAMPO EN LA RE, AI Y AP.

Grupo faunístico	P en la RE	P en AI	P en AP	R en la RE	R en AI	R en AP
Anfibios	11	7	4	2	0	0
Reptiles	38	29	21	7	4	4
Aves	156	132	103	67	56	50
Mamíferos	40	33	20	9	5	5
Total de especies	245					

Nota P = Potenciales y R = Registrada

La comparación por grupo taxonómico muestra que las aves concentraron la mayor riqueza registrada en las tres escalas de análisis, seguidas por mamíferos y reptiles. Los anfibios presentaron la menor representatividad en campo, con registros únicamente en la RE. Este patrón puede relacionarse con la detectabilidad del grupo, su dependencia de condiciones microclimáticas específicas y la temporalidad del muestreo.

III.1.1.9.5.2 Abundancia Absoluta

III.1.1.9.5.2.1 Abundancia Absoluta de Herpetofauna

Para la herpetofauna registrada en la RE se contabilizaron 31 individuos. La especie con mayor número de registros fue la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus*

mucronatus), con siete individuos, equivalente al 22.6% del total, seguida de la lagartija espinosa sureña de hendiduras (*Sceloporus aureolus*), con seis individuos, equivalente al 19.4%. En contraste, la rana ladradora mexicana (*Craugastor mexicanus*), el lagarto escorpión de Gadow (*Mesaspis gadovii*) y el cincuate sureño (*Pituophis lineaticollis*) presentaron un solo registro cada una, por lo que se consideran especies raras dentro del muestreo.

CUADRO III-64 ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA PARA LA RE.

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abunda-ncia
Craugastor mexicanus	Rana ladradora mexicana	1	Rara
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	5	Abundante
Sceloporus formosus	Lagartija espinosa esmeralda norteña	3	Frecuente
Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	7	Abundante
Sceloporus scitulus	Lagartija espinosa esmeralda	5	Abundante
Sceloporus aureolus	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	6	Abundante
Mesaspis gadovii	Lagarto escorpión de Gadow	1	Rara
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	1	Rara
Thamnophis chrysocephalus	Culebra listonada cabeza dorada	2	Rara

Para la herpetofauna registrada en el AP se contabilizaron 19 individuos. La especie con mayor número de registros fue la lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*), con siete individuos, equivalente al 36.8% del total, por lo que se considera abundante dentro del muestreo. En contraste, el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) presentó un solo registro, equivalente al 5.3% del total, por lo que se considera raro.

CUADRO III-65ABUNDANCIA DE HERPETOFAUNA PARA EL AP

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Anolis nebulosus	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	1	Rara
Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	7	Abundante
Sceloporus scitulus	Lagartija espinosa esmeralda	6	Abundante
Sceloporus aureolus	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	5	Frecuente

Al comparar **la herpetofauna registrada en la RE y el AP, se observa que la RE presentó mayor riqueza, con nueve especies y 31 individuos, mientras que en el AP se registraron cuatro especies y 19 individuos**.

El **AP concentró el 61.3% de los individuos registrados en la RE**, principalmente por la presencia de *Sceloporus mucronatus*, *Sceloporus scitulus* y *Sceloporus aureolus*. Estas especies fueron compartidas entre ambas áreas y corresponden a reptiles de hábitos terrestres.

Las **especies registradas únicamente en la RE fueron *Craugastor mexicanus*, *Smilisca baudinii*, *Sceloporus formosus*, *Mesaspis gadovii*, *Pituophis lineaticollis* y *Thamnophis chrysocephalus***. Por su parte, ***Anolis nebulosus* sólo fue registrado en el AP.**

En general, el AP presenta una representación parcial de la herpetofauna regional, dominada por lagartijas de la familia Phrynosomatidae.

III.1.1.9.5.2.2 Abundancia Absoluta de las Aves

En la RE se registraron 195 individuos de aves. La especie con mayor abundancia fue la golondrina alas aserradas (*Stelgidopteryx serripennis*), con 32 individuos, equivalente al 16.4% del total registrado, seguida de la golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*), con 21 individuos.

Asimismo, se registraron especies con abundancias intermedias, como el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), el sastrecillo (*Psaltriparus minimus*) y el capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*). En contraste, 38 especies presentaron un solo registro, por lo que se consideran raras dentro del muestreo realizado en la RE.

CUADRO III-66 ABUNDANCIA ABSOLUTA DE AVES EN LA RE

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Aimophila ruficeps	Zacatonero corona canela	4	Frecuente
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	3	Frecuente
Basileuterus belli	Chipe cejas doradas	3	Frecuente
Basileuterus rufifrons	Chipe gorra canela común	1	Rara
Basilinna leucotis	Colibrí orejas blancas	2	Rara
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	Rara
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	3	Frecuente
Cathartes aura	Zopilote aura	2	Rara
Catharus guttatus	Zorzal cola canela	2	Rara
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	3	Frecuente
Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	2	Rara
Geothlypis formosa	Chipe patilludo	1	Rara
Geothlypis tolmei	Chipe lores negros	4	Frecuente
Geothlypis trichas	Mascarita común	1	Rara
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	10	Abundante
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	1	Rara
Icterus graduacauda	Calandria capucha negra	2	Rara
Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	6	Frecuente
Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	1	Rara
Melanotis caerulescens	Mulato azul	2	Rara
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	3	Frecuente
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copetón	2	Rara
Mniotilta varia	Chipe trepador	3	Frecuente
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	1	Rara
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	15	Abundante
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	1	Rara
Myioborus miniatus	Pavito alas negas	6	Frecuente
Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	1	Rara

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Passerina cyanea	Colorín azúl	9	Abundante
Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	2	Rara
Pipilo maculatus	Rascador moteado	6	Frecuente
Piranga flava	Piranga encinera	4	Frecuente
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	2	Rara
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	21	Abundante
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	1	Rara
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	4	Frecuente
Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	4	Frecuente
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	1	Rara
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	2	Rara
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	5	Frecuente
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	5	Frecuente
Tachycineta talassina	Golondrina verdemar	61	Abundante
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	2	Rara
Turdus migratorius	Mirlo primavera	5	Frecuente
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	1	Rara
Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	1	Rara
Vireo gilvus	Vireo gorjeador oriental	2	Rara
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	2	Rara
Vireo olivaceus	Vireo ojos rojos	1	Rara
Zenaida asiática	Paloma alas blancas	3	Frecuente

En el AP, se registraron 230 individuos de aves. La especie con mayor abundancia fue la golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*), con 61 individuos, equivalente al 26.5% del total registrado, seguida del capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*), con 21 individuos, equivalente al 9.1%.

También destacaron por su abundancia el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y el colorín azul (*Passerina cyanea*). En contraste, 14 especies presentaron un solo registro, por lo que se consideran raras dentro del muestreo realizado en el AP.

CUADRO III-67 ABUNDANCIA DE AVIFAUNA REGISTRADA EN EL AP.

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Aimophila ruficeps	Zacatonero corona canela	4	Frecuente
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	3	Frecuente
Basileuterus belli	Chipe cejas doradas	3	Frecuente
Basileuterus rufifrons	Chipe gorra canela común	1	Rara
Basilinna leucotis	Colibrí orejas blancas	2	Rara
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	Rara
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	3	Frecuente
Cathartes aura	Zopilote aura	2	Rara
Catharus guttatus	Zorzal cola canela	2	Rara
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	3	Frecuente
Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	2	Rara

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Geothlypis formosa	Chipe patilludo	1	Rara
Geothlypis tolmei	Chipe lores negros	4	Frecuente
Geothlypis trichas	Mascarita común	1	Rara
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	10	Abundante
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	1	Rara
Icterus graduacauda	Calandria capucha negra	2	Rara
Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	6	Frecuente
Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	1	Rara
Melanotis caerulescens	Mulato azul	2	Rara
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	3	Frecuente
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copetón	2	Rara
Mniotilta varia	Chipe trepador	3	Frecuente
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	1	Rara
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	15	Abundante
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	1	Rara
Myioborus miniatus	Pavito alas negas	6	Frecuente
Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	1	Rara
Passerina cyanea	Colorín azúl	9	Abundante
Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	2	Rara
Pipilo maculatus	Rascador moteado	6	Frecuente
Piranga flava	Piranga encinera	4	Frecuente
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	2	Rara
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	21	Abundante
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	1	Rara
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	4	Frecuente
Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	4	Frecuente
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	1	Rara
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	2	Rara
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	5	Frecuente
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	5	Frecuente
Tachycineta talassina	Golondrina verdemar	61	Abundante
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	2	Rara
Turdus migratorius	Mirlo primavera	5	Frecuente
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	1	Rara
Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	1	Rara
Vireo gilvus	Vireo gorjeador oriental	2	Rara
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	2	Rara
Vireo olivaceus	Vireo ojos rojos	1	Rara
Zenaida asiática	Paloma alas blancas	3	Frecuente

Al comparar la avifauna registrada en la RE y el AP, se observa que la RE presentó mayor riqueza específica, con 67 especies, mientras que el AP registró 50 especies. No obstante, el AP presentó una mayor abundancia total de individuos, con 230 registros, frente a 195 individuos registrados en la RE.

Este comportamiento se explica principalmente por la concentración de individuos de especies abundantes en el AP, particularmente la golondrina verdemar

(*Tachycineta thalassina*), que representó el 26.5% de los registros en dicha área. En la RE, la especie más abundante fue la golondrina alas aserradas (*Stelgidopteryx serripennis*), con 16.4% del total.

En términos generales, el AP mantiene una representación importante de la avifauna registrada en la RE, aunque con menor riqueza específica y mayor concentración de individuos en algunas especies de amplia movilidad y alta detectabilidad.

III.1.1.9.5.2.3 Abundancia Absoluta de Mamíferos

Para el grupo de mastofauna se registraron 24 individuos en la RE. La especie con mayor abundancia fue el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), con siete individuos, equivalente al 29.2% del total registrado, seguida de la ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), con cinco individuos.

El conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*) presentó una abundancia intermedia, con cuatro individuos. En contraste, el tigrillo (*Leopardus pardalis*), el coyote (*Canis latrans*), la zorrita gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el zorrillo listado sureño (*Mephitis macroura*) presentaron un solo registro cada uno, por lo que se consideran especies raras dentro del muestreo realizado en la RE.

CUADRO III-68 ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA EN LA RE

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	7	Abundante
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	5	Abundante
Peromyscus aztecus	Ratón azteca	2	Rara
Peromyscus mexicanus	Ratón mexicano	2	Rara
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	4	Frecuente
Leopardus pardalis	Tigrillo	1	Rara
Canis latrans	Coyote	1	Rara
Urocyon cinereoargenteus	Zorrita gris	1	Rara
Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	1	Rara

Para el grupo de mastofauna se registraron 17 individuos en el AP. La especie con mayor abundancia fue el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), con seis individuos, equivalente al 35.3% del total registrado, seguida de la ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), con cuatro individuos.

El ratón azteca (*Peromyscus aztecus*) y el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*) presentaron tres individuos cada uno. En contraste, el ratón piñonero (*Peromyscus gratus*) presentó un solo registro, equivalente al 5.9% del total, por lo que se considera raro dentro del muestreo realizado en el AP.

CUADRO III-69 ABUNDANCIA DE MASTOFAUNA REGISTRADA EN EL AP.

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos	Abundancia
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	6	Abundante
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	4	Frecuente
Peromyscus gratus	Ratón piñonero	1	Rara
Peromyscus aztecus	Ratón azteca	3	Frecuente
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	3	Frecuente

Al comparar la mastofauna registrada en la RE y el AP, se observa que la RE presentó mayor riqueza y abundancia, con nueve especies y 24 individuos, mientras que en el AP se registraron cinco especies y 17 individuos.

El AP concentró el 70.8% de los individuos registrados en la RE, aunque con menor riqueza específica. Las especies compartidas entre ambas áreas fueron el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), la ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), el ratón azteca (*Peromyscus aztecus*) y el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*).

En general, la mastofauna registrada en el AP representa un subconjunto de la mastofauna observada en la RE, dominado por especies generalistas y de amplia tolerancia ecológica.

III.1.1.9.5.3 Índices de Diversidad

III.1.1.9.5.3.1 Diversidad de Herpetofauna

Para la herpetofauna registrada en la RE se obtuvo una **riqueza de nueve especies** y un **índice de Shannon-Wiener de 1.977,** con una equidad de **J = 0.900**. Estos valores indican una diversidad media, con una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. El **índice de dominancia fue de 0.842** y el índice de Margalef de 2.330, lo que confirma una riqueza moderada para este grupo.

CUADRO III-70ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN LA RE

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Craugastor mexicanus	Rana ladradora mexicana	1	0.032258065	3.433987204	0.110773781
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	5	0.161290323	1.824549292	0.294282144
Sceloporus formosus	Lagartija espinosa esmeralda norteña	3	0.096774194	2.335374916	0.226004024
Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	7	0.225806452	1.488077055	0.3360174

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Sceloporus scitulus	Lagartija espinosa esmeralda	5	0.161290323	1.824549292	0.294282144
Sceloporus aureolus	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	6	0.193548387	1.642227735	0.317850529
Mesaspis gadovii	Lagarto escorpión de Gadow	1	0.032258065	3.433987204	0.110773781
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	1	0.032258065	3.433987204	0.110773781
Thamnophis chrysocephalus	Culebra listonada cabeza dorada	2	0.064516129	2.740840024	0.176828389
Riqueza S = 9		31	1		**1.977**
				S-1D	**0.842**
				Equidad (J)	**0.9**
				Margalef	**2.33**

En el AP, la herpetofauna presentó una riqueza de cuatro especies y un índice de Shannon-Wiener de 1.238, con una equidad de J = 0.893. Estos valores indican una diversidad media-baja, asociada a una menor riqueza específica respecto de la RE, aunque con una distribución relativamente equilibrada entre las especies registradas. El índice de dominancia fue de 0.692 y el índice de Margalef de 1.019.

CUADRO III-71 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA EN EL AP.

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Anolis nebulosus	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	1	0.052631579	2.944438979	0.154970473
Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	7	0.368421053	0.99852883	0.367879043
Sceloporus scitulus	Lagartija espinosa esmeralda	6	0.315789474	1.15267951	0.364004056
Sceloporus aureolus	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	5	0.263157895	1.335001067	0.351316607
Riqueza S = 4		19	1		**1.238**
				S-1D	**0.692**
				Equidad (J)	**0.893**
				Margalef	**1.019**

La RE presentó mayor riqueza de herpetofauna, con nueve especies y un índice de Shannon-Wiener de 1.977, mientras que el AP registró cuatro especies y un índice de

1.238. Esta diferencia indica una mayor diversidad en la RE, asociada a su mayor superficie y variedad de ambientes.

No obstante, la equidad fue similar en ambas áreas: J = 0.900 en la RE y J = 0.893 en el AP. Esto indica que, aunque el AP tuvo menor riqueza, los individuos registrados se distribuyeron de forma relativamente equilibrada entre las especies presentes. En conjunto, el AP representa una fracción de la diversidad regional de herpetofauna, dominada por reptiles de hábitos terrestres.

III.1.1.9.5.3.2 Diversidad de Aves

Para la **avifauna registrada en la RE** se obtuvo una riqueza de **67 especies** y un **índice de Shannon-Wiener de 3.532**, con una **equidad de J = 0.840**. Estos valores indican una diversidad alta, con una amplia riqueza específica y **una distribución relativamente uniforme de los individuos**, aunque con algunas especies más abundantes, como la golondrina alas aserradas (*Stelgidopteryx serripennis*). **El índice de dominancia fue de 0.943** y el **índice de Margalef de 12.520**, lo que confirma una alta riqueza para este grupo.

CUADRO III-72 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVIFAUNA EN LA RE.

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Antrostomus ridgwayi	Tapacaminos tucuchillo	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Arremon virenticeps	Rascador cejas verdes	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Attila spadiceus	Mosquero Atila	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Basileuterus culicivorus	Chipe cejas negras	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Basilinna leucotis	Colibrí orejas blancas	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Camptostoma imberbe	Mosquerito chillón	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	7	0.035897436	3.32708941	0.119433979
Cardellina rubra	Chipe rojo	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Catharus aurantiirostris	Zorzal pico naranja	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Catharus guttatus	Zorzal cola canela	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Chlorospingus flavopectus	Chinchinero común	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Contopus pertinax	Papamoscas José María	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Corthylio calendula	Reyezuelo matraquita	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Corvus corax	Cuervo común	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Cyanocitta stelleri	Chara copetona	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Geothlypis formosa	Chipe patilludo	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Geothlypis tolmei	Chipe lores blancos	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Geothlypis trichas	Mascarita común	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Glaucidium gnoma	Tecolote serrano	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Henicorhina leucophrys	Saltapared pecho gris	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Icteria virens	Chipe grande	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Icterus bullockii	Calandria cejas naranjas	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Leuconotopicus villosus	Carpintero albinegro mayor	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Melanotus caerulescens	Mulato azul	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Melozone fusca	Rascador viejita	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	13	0.066666667	2.708050201	0.18053668
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Myioborus miniatus	Pavito alas negas	6	0.030769231	3.481240089	0.10711508
Myioborus pictus	Pavito alas blancas	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Myiozetetes similis	Luisito común	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Passerina cyanea	Colorín azúl	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Peucedramus taeniatus	Ocotero enmascarado	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Pipilo maculatus	Rascador moteado	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Piranga flava	Piranga encinera	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Polioptila albiloris	Perlita pispirria	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	11	0.056410256	2.875104286	0.16218537
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	9	0.046153846	3.075774981	0.141958845
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	6	0.030769231	3.481240089	0.10711508
Setophaga graciae	Chipe cejas amarillas	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	4	0.020512821	3.886705197	0.079727286
Stelgidopterix serripennis	Golondrina alas aserradas	32	0.164102564	1.807263656	0.2965766
Streptoprocne zonaris	Vencejo collar blanco	5	0.025641026	3.663561646	0.093937478
Tachycineta talassina	Golondrina verdemar	21	0.107692308	2.228477121	0.239989844

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Troglodytes aedon	Saltapared común norteño	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Trogon mexicanus	Coa mexicana	2	0.01025641	4.579852378	0.046972845
Turdus migratorius	Mirlo primavera	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Vireo gilvus	Vireo gorjeador oriental	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	3	0.015384615	4.17438727	0.064221343
Vireo solitarius	Vireo anteojillo	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Vireolanius melitophys	Vireo arlequín	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos pico marfil	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Zenaida asiática	Paloma alas blancas	1	0.005128205	5.272999559	0.027041023
Riqueza S = 67		195	1		**3.532**
				S-1D	**0.943**
				Equidad (J)	**0.84**
				Margalef	**12.52**

En el **AP**, la avifauna presentó una riqueza de **50 especies y un índice de Shannon-Wiener de 3.162**, con una **equidad de J = 0.808**. Estos valores también indican una diversidad alta, aunque menor que la registrada en la RE. La dominancia fue de 0.906 y el índice de Margalef de 9.011, lo que refleja una riqueza elevada, con mayor concentración de individuos en especies como la golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*) y el capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*).

CUADRO III-73 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVIFAUNA EN EL AP

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Aimophila ruficeps	Zacatonero corona canela	4	0.017391304	4.051784948	0.070465825
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	3	0.013043478	4.33946702	0.056601744
Basileuterus belli	Chipe cejas doradas	3	0.013043478	4.33946702	0.056601744
Basileuterus rufifrons	Chipe gorra canela común	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Basilinna leucotis	Colibrí orejas blancas	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	3	0.013043478	4.33946702	0.056601744
Cathartes aura	Zopilote aura	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Catharus guttatus	Zorzal cola canela	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Columbina passerina	Tortolita pico rojo	3	0.013043478	4.33946702	0.056601744

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Empidonax difficilis	Mosquero del Pacífico	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Geothlypis formosa	Chipe patilludo	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Geothlypis tolmei	Chipe lores negros	4	0.017391304	4.051784948	0.070465825
Geothlypis trichas	Mascarita común	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	10	0.043478261	3.135494216	0.136325835
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Icterus graduacauda	Calandria capucha negra	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Junco phaenotus	Junco ojos de lumbre	6	0.026086957	3.646319 84	0.095121387
Leiothlypis ruficapilla	Chipe cabeza gris	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Melanotis caerulescens	Mulato azul	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	3	0.013043478	4.339467 02	0.056601744
Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copetón	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Mniotilta varia	Chipe trepador	3	0.013043478	4.339467 02	0.056601744
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	15	0.065217391	2.730029108	0.178045377
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Myioborus miniatus	Pavito alas negas	6	0.026086957	3.646319 84	0.095121387
Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Passerina cyanea	Colorín azúl	9	0.039130435	3.240854732	0.126816055
Pheuticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Pipilo maculatus	Rascador moteado	6	0.026086957	3.646319 84	0.095121387
Piranga flava	Piranga encinera	4	0.017391304	4.051784948	0.070465825
Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	21	0.091304348	2.393556871	0.218542149
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	4	0.017391304	4.051784948	0.070465825
Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	4	0.017391304	4.051784948	0.070465825
Setophaga ruticilla	Pavito migratorio	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	5	0.02173913	3.828641396	0.083231335
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	5	0.02173913	3.828641396	0.083231335
Tachycineta talassina	Golondrina verdemar	61	0.265217391	1.327205445	0.351997966
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Turdus migratorius	Mirlo primavera	5	0.02173913	3.828641396	0.083231335
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Vireo flavoviridis	Vireo verdeamarillo	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Vireo gilvus	Vireo gorjeador oriental	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	2	0.008695652	4.744932128	0.041260279
Vireo olivaceus	Vireo ojos rojos	1	0.004347826	5.438079309	0.023643823
Zenaida asiática	Paloma alas blancas	3	0.013043478	4.339467702	0.056601744
Riqueza S = 50		230	1		**3.162**
				S-1D	**0.906**
				Equidad (J)	**0.808**
				Margalef	**9.011**

III.1.1.9.5.3.3 Diversidad de Mamíferos

Para la **mastofauna registrada en la RE** se obtuvo una riqueza de nueve especies y un índice de **Shannon-Wiener de 1.928**, con una equidad de **J = 0.878**. Estos valores indican una diversidad media, con una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. El **índice de dominancia fue de 0.822** y el **índice de Margalef de 2.517**, lo que refleja una riqueza moderada para este grupo.

CUADRO III-74 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN LA RE

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	Abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	7	0.291666667	1.232143681	0.35937524
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	5	0.208333333	1.568615918	0.326794983
Peromyscus aztecus	Ratón azteca	2	0.083333333	2.48490665	0.207075554
Peromyscus mexicanus	Ratón mexicano	2	0.083333333	2.48490665	0.207075554
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	4	0.166666667	1.791759469	0.298626578
Leopardus widei	Tigrillo	1	0.041666667	3.17805383	0.13241891
Canis latrans	Coyote	1	0.041666667	3.17805383	0.13241891
Urocyon cinereoargenteus	Zorrita gris	1	0.041666667	3.17805383	0.13241891
Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	1	0.041666667	3.17805383	0.13241891
Riqueza S = 9		24	1		**1.928**
				S-1D	**0.822**
				Equidad (J)	**0.8778**
				Margalef	**2.517**

En el **AP,** la mastofauna presentó una **riqueza de cinco especies** y un **índice de Shannon-Wiener de 1.486**, con una equidad de **J = 0.923**. Estos valores indican una diversidad media, con menor riqueza que la RE, pero con una distribución equilibrada entre las especies registradas. El **índice de dominancia fue de 0.754** y el **índice de Margalef de 1.412**.

CUADRO III-75 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MASTOFAUNA EN EL AP

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	6	0.352941176	1.041453875	0.367571956
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	4	0.235294118	1.446918983	0.340451525
Peromyscus gratus	Ratón piñonero	1	0.058823529	2.833213344	0.166659608
Peromyscus aztecus	Ratón azteca	3	0.176470588	1.734601055	0.306106069
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	3	0.176470588	1.734601055	0.306106069
Riqueza S = 5		17	1		**1.486**

Nombre científico	Nombre común	Valores absolutos	abundancia relativa (pi)	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
				S-1D	**0.754**
				Equidad (J)	**0.923**
				Margalef	**1.412**

Al comparar ambas áreas, la RE presentó mayor riqueza y diversidad de mastofauna. El AP mostró un menor número de especies, aunque con alta equidad, lo que indica que los registros no estuvieron dominados de forma marcada por una sola especie.

III.1.1.9.6 Índices de efectividad de muestreo

III.1.1.9.6.1 Herpetofauna.

Con base en las curvas de acumulación de especies y los estimadores de riqueza aplicados para herpetofauna, la eficiencia de muestreo en la RE varió entre 49.0% conforme a Chao 2 y 83.1% conforme a Bootstrap. Estos resultados indican que, si bien el muestreo permitió registrar una proporción importante de la herpetofauna presente, la ausencia de una asíntota clara en la curva sugiere que aún podrían registrarse especies adicionales en esta escala de análisis.

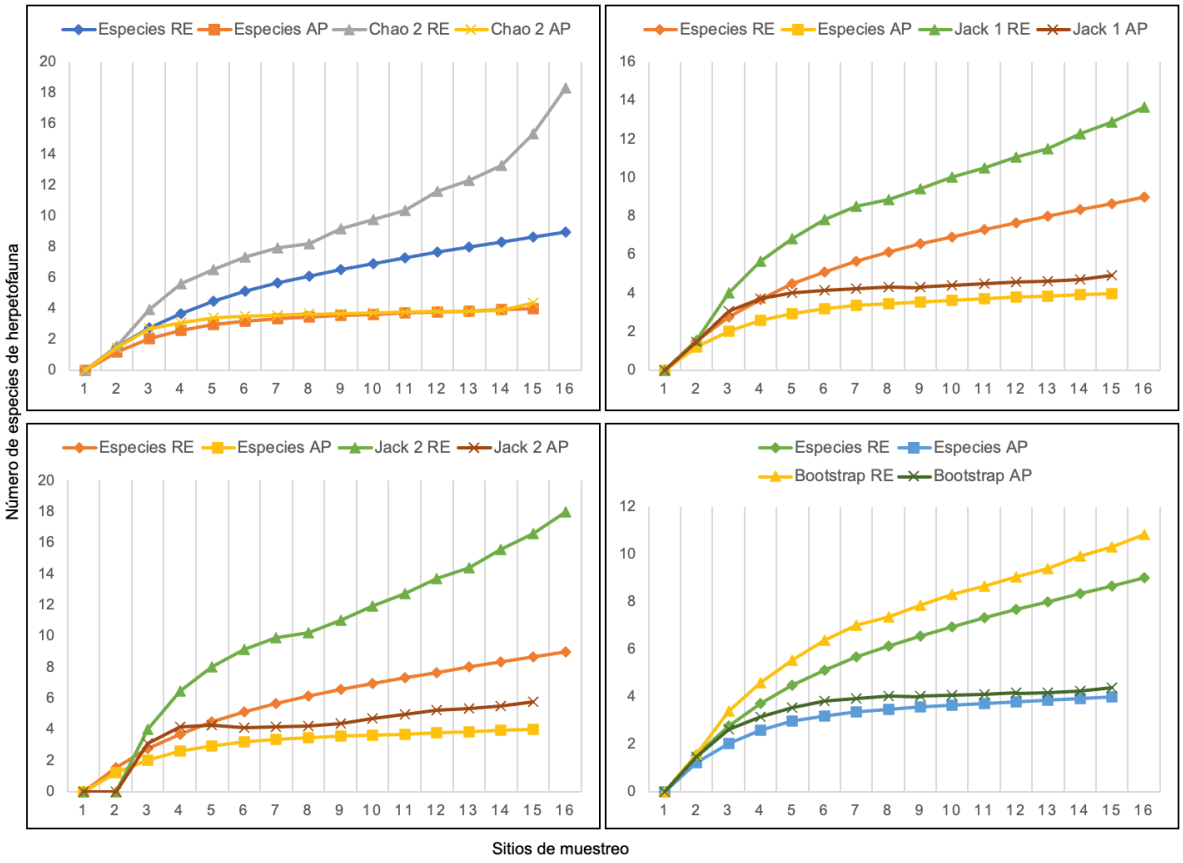
CUADRO III-76ESTIMADORES DE MUESTREO PARA HERPETOFAUNA

Estimador	RE	AP
Chao 2	49%	91.3%
Jacknife de primer orden	65.8%	81.1%
Jacknife de segundo orden	50%	69%
Bootstrap	83.1%	91.7%

En el AP, la eficiencia de muestreo fue mayor, con valores entre 69.0% conforme a Jackknife de segundo orden y 91.7% conforme a Bootstrap. En este caso, la curva muestra una tendencia más cercana a la estabilización, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la herpetofauna registrada en el área directamente vinculada con el Proyecto.

En conjunto, los resultados muestran una mayor completitud del muestreo en el AP respecto de la RE, lo cual es congruente con la menor superficie y menor heterogeneidad ambiental del AP. Para la RE, los estimadores sugieren una mayor probabilidad de registrar especies adicionales en muestreos complementarios.

Figura III-55Curva de acumulación de especies para el grupo de herpetofauna.



III.1.1.9.6.2 Avifauna.

Con base en las curvas de acumulación de especies y los estimadores de riqueza aplicados para avifauna, la eficiencia de muestreo en la RE varió entre 50.5% conforme a Jackknife de segundo orden y 80.2% conforme a Bootstrap. Estos valores indican que el muestreo permitió registrar una proporción importante de la avifauna presente; sin embargo, la ausencia de una asíntota clara en algunos estimadores sugiere que podrían registrarse especies adicionales en muestreos complementarios.

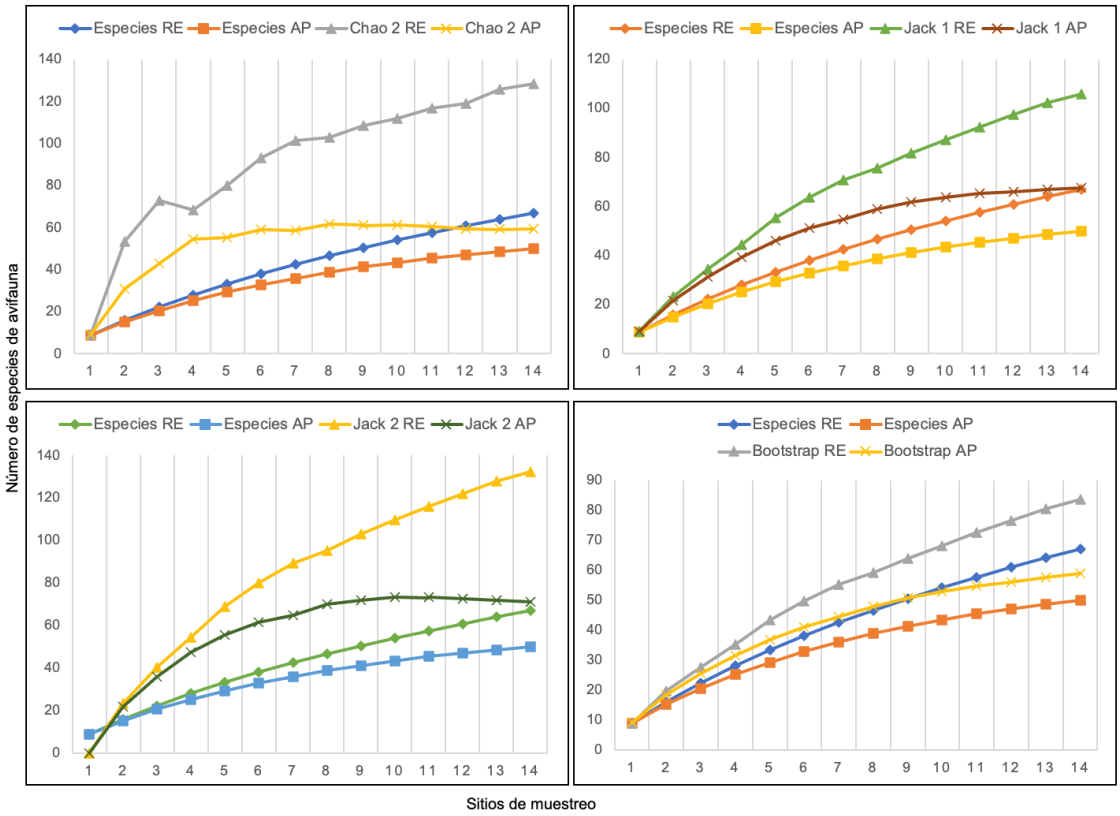
En el AP, la eficiencia de muestreo fue mayor, con valores entre 70.1% conforme a Jackknife de segundo orden y 84.9% conforme a Bootstrap. La tendencia de la curva muestra una mayor aproximación a la estabilización, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la avifauna registrada en el área directamente vinculada con el Proyecto.

En conjunto, los resultados muestran una mayor completitud del muestreo en el AP respecto de la RE, lo cual es congruente con la menor superficie del AP y con una menor heterogeneidad ambiental en comparación con la escala regional.

Cuadro III-77 Estimadores de muestreo para avifauna

Estimador	RE	AP
Chao 2	52.1%	84.2%
Jacknife de primer orden	63.2%	73.9%
Jacknife de segundo orden	50.5%	70.1%
Bootstrap	80.2%	84.9%

Figura III-56Curva de acumulación de especies para el grupo de avifauna.



III.1.1.9.6.3 Mastofauna.

Con base en las curvas de acumulación de especies y los estimadores de riqueza aplicados para mastofauna, la eficiencia de muestreo en la RE varió entre 52.3% conforme a Jackknife de segundo orden y 82.4% conforme a Bootstrap. Estos valores indican que el muestreo permitió registrar una proporción importante de la mastofauna presente; sin embargo, la ausencia de una asíntota clara en algunos estimadores sugiere que podrían registrarse especies adicionales en muestreos complementarios.

En el AP, la eficiencia de muestreo fue mayor, con valores entre 83.4% conforme a Jackknife de segundo orden y 97.2% conforme a Chao 2. La tendencia de la curva muestra una mayor aproximación a la estabilización, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la mastofauna registrada en el área directamente vinculada con el Proyecto.

En conjunto, los resultados muestran una mayor completitud del muestreo en el AP respecto de la RE, lo cual es congruente con la menor superficie del AP y con una menor heterogeneidad ambiental en comparación con la escala regional.

CUADRO III-78 ESTIMADORES DE MUESTREO PARA MASTOFAUNA

Estimador	RE	AP
Chao 2	65.8%	97.2%
Jacknife de primer orden	65.8%	84.3%
Jacknife de segundo orden	52.3%	83.4%
Bootstrap	82.4%	90.7%

III.1.1.9.7 Estacionalidad de aves registradas en campo.

Las aves migratorias conforman un grupo particularmente sensible a los cambios de hábitat, pues dependen de un limitado número de sitios de alimentación y descanso durante sus largas migraciones entre las áreas reproductivas y las de invernada, donde se concentran en grandes cantidades en un momento dado (Myers et al. 1987). Durante sus escalas migratorias, utilizan hábitats altamente productivos, ejemplo de ellos comunidades bentónicas de las que dependen para su alimentación (Blanco y Canevari 1995).

Del total de especies registradas tanto como en la RE, como en el área de AP identificaron cuatro tipos de estacionalidad:

- Residentes
- Migratoria de Invierno

- Migratoria de Verano
- Transitoria

La mayoría de las especies llevan a cabo movimientos de diferente magnitud como parte de sus actividades diarias, ejemplo de ello tenemos la búsqueda de alimento esto conlleva a los individuos de una especie de un lugar a otro, y lo mismo sucede con la búsqueda de parejas sexuales, refugios temporales o permanentes, o para escapar de los depredadores (Naranjo et al. 2012).

La migración involucra el desplazamiento persistente de una población o de un grupo de individuos de la misma especie, el cual tiene una duración y alcance muy superiores a las que tienen normalmente aquellos movimientos que se efectúan para la dispersión de individuos juveniles, para el mantenimiento de un territorio o durante los recorridos rutinarios alrededor de un ámbito hogareño (Naranjo et al 2012).

A pesar de que el patrón de migración con el que estamos más familiarizados comprende el movimiento de las poblaciones norte-sur, no todas las especies lo siguen. A los movimientos norte-sur se les llama migración latitudinal y son los desarrollados por la mayoría de las especies que viven en las latitudes situadas al norte, como la gran variedad de aves playeras y gorriones de Norteamérica, o muy al sur, como las especies de aves que habitan en el extremo sur de Sudamérica.

Un segundo patrón lo constituye la migración longitudinal y es realizado en dirección este-oeste, siendo practicado por algunas aves que se mueven de las regiones centrales de los continentes, de clima más extremoso, hacia las costas. Por último, se presenta la migración altitudinal que es realizada por algunas especies que se mueven arriba o abajo de las montañas de manera estacional, ya sea siguiendo algún tipo de recurso como lo hacen varias especies de colibrí en Costa Rica que siguen a las flores o los arroceros que se mueven siguiendo las semillas, o evitando las temperaturas rigurosamente bajas de la cumbre de las altas montañas

III.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La RE comprende porciones territoriales de los municipios de San Martín Peras y Coicoyán de las Flores, en el estado de Oaxaca, así como de Alcozauca de Guerrero, en el estado de Guerrero, dentro del contexto regional de la Mixteca. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, dentro de la RE se identificaron 11 localidades, de las cuales nueve corresponden al municipio de San Martín Peras y dos al municipio de Coicoyán de las Flores.

Estas localidades constituyen el contexto socioeconómico de referencia para el análisis del Proyecto, ya que permiten caracterizar la distribución de la población, las

condiciones de ocupación territorial y la relación de las comunidades con el entorno regional.

En el **Cuadro III-79** se presentan las localidades comprendidas dentro de la RE, indicando municipio, coordenadas, altitud y población total.

CUADRO III-79 LOCALIDADES DENTRO DEL RE

Municipio	*Localidad*	*Longitud*	*Latitud*	*Altitud*	*Población total*
Coicoyán de las Flores	*Coicoyán de las Flores*	*98°16'33.940" W*	*17°16'22.434" N*	*1997*	*2293*
San Martín Peras	*Barrio San José*	*98°16'46.865" W*	*17°16'34.580" N*	*2059*	*88*
Coicoyán de las Flores	*Cerro Hidalgo*	*98°18'23.487" W*	*17°16'47.522" N*	*2560*	*389*
San Martín Peras	*San Isidro Petlacala [Rancho]*	*98°17'06.490" W*	*17°17'23.865" N*	*2072*	*154*
San Martín Peras	*San José Petlacala*	*98°17'21.140" W*	*17°17'39.979" N*	*2075*	*47*
San Martín Peras	*La Trinidad Petlacala*	*98°17'31.846" W*	*17°17'42.455" N*	*2100*	*109*
San Martín Peras	*San Antonio Petlacala*	*98°17'07.326" W*	*17°17'44.090" N*	*2148*	*206*
San Martín Peras	*Santiago Petlacala*	*98°17'16.084" W*	*17°17'56.451" N*	*2187*	*753*
San Martín Peras	*San Marcos Petlacala*	*98°18'25.404" W*	*17°18'00.026" N*	*2486*	*2*
San Martín Peras	*San Isidro Petlacala*	*98°17'30.415" W*	*17°18'13.059" N*	*2279*	*349*
San Martín Peras	*Guadalupe Petlacala*	*98°18'10.382" W*	*17°18'35.885" N*	*2415*	*228*

Fuente: Elaboración propia con base en datos del censo INEGI (2020).

III.1.1.10 Demografía y estructura poblacional

III.1.1.10.1 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la población total de las localidades comprendidas dentro de la RE es de 4,618 habitantes. De este total, 41.92% corresponde a localidades del municipio de San Martín Peras y 58.08% a localidades del municipio de Coicoyán de las Flores. En la porción de la RE correspondiente al municipio de Alcozauca de Guerrero no se identificaron localidades con población registrada.

De las 11 localidades ubicadas dentro de la RE, Coicoyán de las Flores concentra la mayor población, con 49.65% del total. Le siguen Santiago Petlacala, con 16.31%; Cerro Hidalgo, con 8.42%; San Isidro Petlacala, con 7.56%; Guadalupe Petlacala, con 4.94%; San Antonio Petlacala, con 4.46%; San Isidro Petlacala [Rancho], con 3.33%; y La Trinidad

Petlacala, con 2.36%. Finalmente, las localidades de San Marcos Petlacala, San José Petlacala y Barrio San José concentran en conjunto 2.94% de la población.

Respecto a la distribución por sexo, 2,475 habitantes son mujeres, lo que representa 53.59% de la población total, mientras que 2,143 son hombres, equivalentes a 46.41%, como se muestra en el Cuadro III-80.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la población total de las localidades comprendidas dentro de la RE es de 4,618 habitantes. De este total, 41.92% corresponde a localidades del municipio de San Martín Peras y 58.08% a localidades del municipio de Coicoyán de las Flores. En la porción de la RE correspondiente al municipio de Alcozauca de Guerrero no se identificaron localidades con población registrada.

De las 11 localidades ubicadas dentro de la RE, Coicoyán de las Flores concentra la mayor población, con 49.65% del total. Le siguen Santiago Petlacala, con 16.31%; Cerro Hidalgo, con 8.42%; San Isidro Petlacala, con 7.56%; Guadalupe Petlacala, con 4.94%; San Antonio Petlacala, con 4.46%; San Isidro Petlacala [Rancho], con 3.33%; y La Trinidad Petlacala, con 2.36%. Finalmente, las localidades de San Marcos Petlacala, San José Petlacala y Barrio San José concentran en conjunto 2.94% de la población.

Respecto a la distribución por sexo, 2,475 habitantes son mujeres, lo que representa 53.59% de la población total, mientras que 2,143 son hombres, equivalentes a 46.41%, como se muestra en el **Cuadro III-80**.

CUADRO III-80 NÚMERO DE HABITANTES EN EL RE

Localidad	Población total	Población femenina	Población masculina
Coicoyán de las Flores	2293	1221	1072
Barrio San José	88	49	39
Cerro Hidalgo	389	198	191
San Isidro Petlacala [Rancho]	154	83	71
San José Petlacala	47	29	18
La Trinidad Petlacala	109	58	51
San Antonio Petlacala	206	119	87
Santiago Petlacala	753	417	336
San Marcos Petlacala	2	SD	SD
San Isidro Petlacala	349	186	163
Guadalupe Petlacala	228	115	113

SD. -No se cuenta con el dato.

Elaboración propia con datos del censo INEGI (2020).

III.1.1.10.2 Estructura demográfica

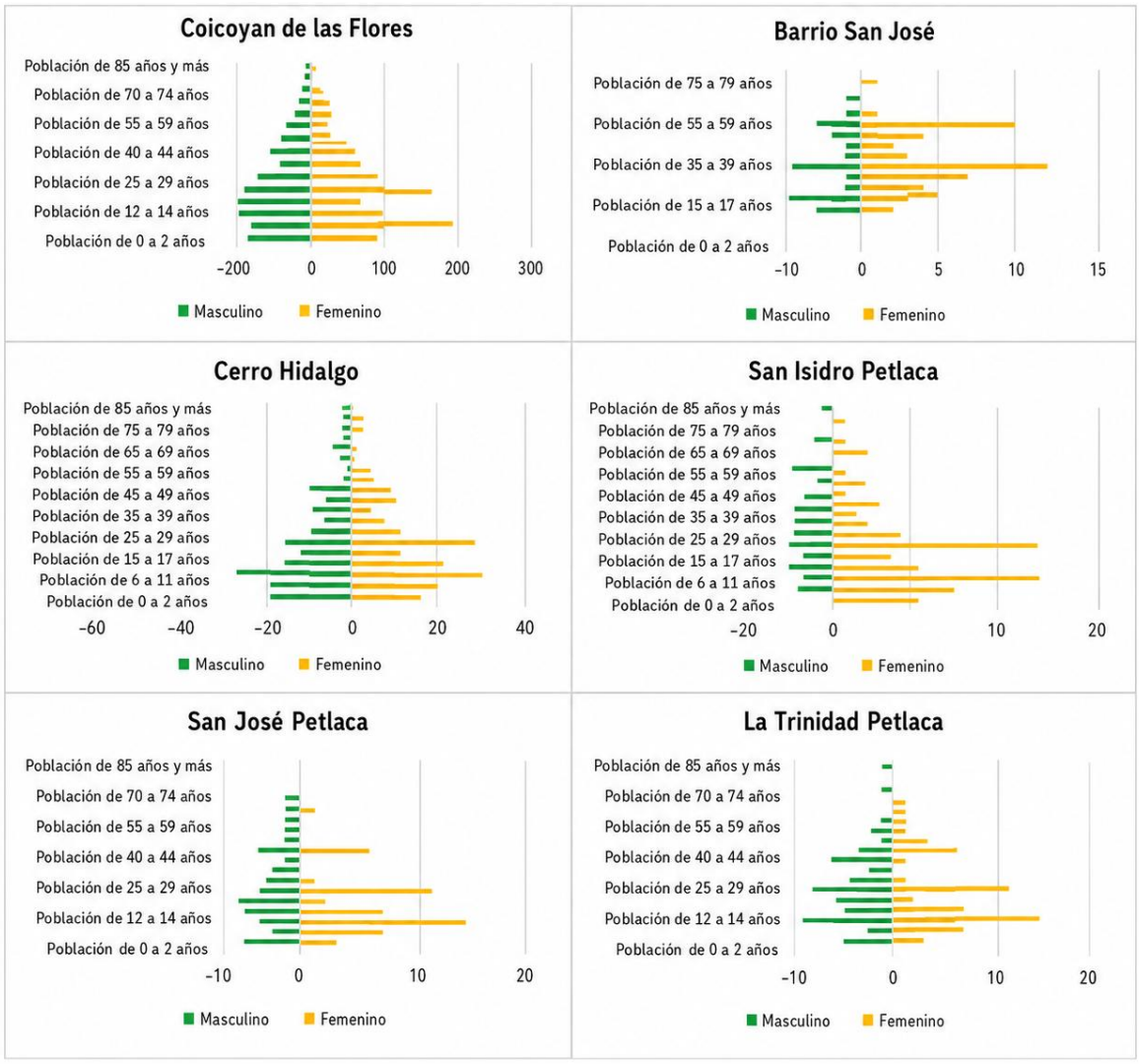
En cuanto a la estructura demográfica de las localidades comprendidas dentro de la RE, las pirámides poblacionales muestran una tendencia regresiva, caracterizada por

una base estrecha en los grupos de edad de 0 a 4 y de 5 a 9 años, en comparación con los grupos de adultos jóvenes. Este patrón sugiere una reducción relativa en la población infantil y una menor proporción de nacimientos recientes.

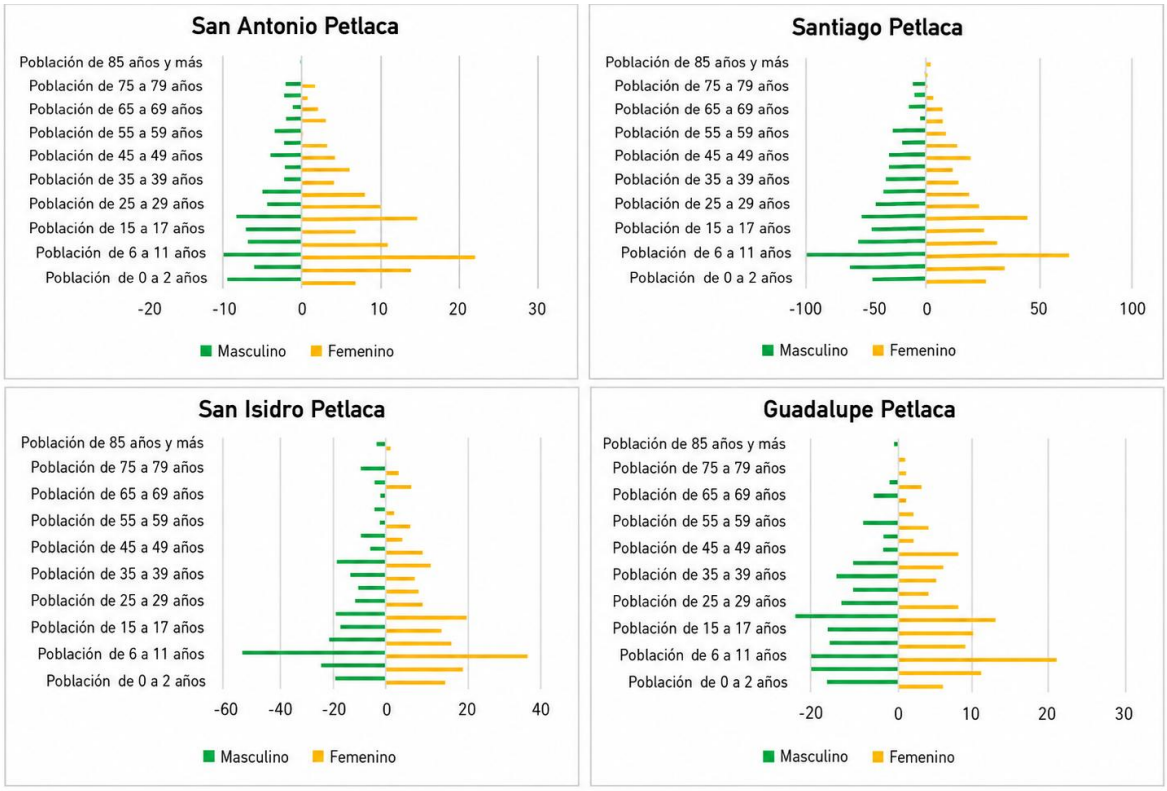
Por otra parte, el ensanchamiento del cuerpo de las pirámides indica que la mayor concentración de población se encuentra en los grupos de edad productiva, particularmente entre los 20 y 34 años, con mayor representación en el grupo de 25 a 29 años.

En términos generales, las pirámides poblacionales muestran una distribución relativamente equilibrada entre hombres y mujeres. No obstante, en los grupos de menor edad se observa una ligera mayor proporción de hombres, mientras que en el grupo de 85 años y más predominan las mujeres, lo cual es consistente con una mayor esperanza de vida femenina.

FIGURA III-57PIRÁMIDES POBLACIONALES DE CADA LOCALIDAD DEL RE.



Elaboración propia con datos del Censo INEGI (2020).



Elaboración propia con datos del Censo INEGI (2020).

III.2.3.1.1 Natalidad y mortalidad

La fecundidad promedio del RE es de 3 hijos al año, según el Censo de Población y vivienda 2020., como se muestra en el **Cuadro III-81.**

CUADRO III-81 FECUNDIDAD EN EL AP Y AI POR COLONIA EN EL AÑO 2020.

Localidad	Promedio de hijas e hijos nacidos vivos
Coicoyán de las Flores	2.95
Barrio San José	2.64
Cerro Hidalgo	3.34
San Isidro Petlacala [Rancho]	2.53
San José Petlacala	4
La Trinidad Petlacala	3.5
San Antonio Petlacala	2.76
Santiago Petlacala	2.82
San Marcos Petlacala	0
San Isidro Petlacala	3.65
Guadalupe Petlacala	3.36

Elaboración propia con datos del censo INEGI (2020).

En el caso de la mortalidad según el censo de INEGI 2020 a nivel municipal existe un 4.6% del total de la población.

III.1.1.10.3 Migración

La migración constituye un fenómeno relevante en el estado de Oaxaca, asociado principalmente a la búsqueda de empleo, ingresos y mejores condiciones de vida. Durante el quinquenio 2015-2020, Oaxaca registró 34,644 personas emigrantes hacia otro país y se ubicó entre las entidades con mayor población residente en el extranjero. Asimismo, la entidad presenta una dinámica importante de migración interna hacia otros estados de la República Mexicana.

A nivel municipal, se observan diferencias en la intensidad migratoria. Coicoyán de las Flores presenta un grado de intensidad migratoria alto, mientras que San Martín Peras registra un grado muy alto, ubicándose entre los municipios con mayor intensidad migratoria del estado. Esta condición evidencia la relevancia de los procesos migratorios en la dinámica social y económica de las localidades comprendidas dentro de la RE, como se muestra en el **Cuadro III-82**.

CUADRO III-82DATOS DE MIGRACIÓN EN LOS MUNICIPIOS COMPRENDIDOS DENTRO DE LA RE.

Entidad federativa / Municipio	Total de viviendas	% Viviendas que reciben remesas	% Viviendas con emigrantes a Estados Unidos del	% Viviendas con migrantes circulares	% Viviendas con migrantes de	Índice de intensidad migratoria	Índice de intensidad migratoria reescalado de 0 a	Grado de intensidad migratoria	Lugar en el contexto estatal	Lugar en el contexto nacional
Coicoyán de las Flores	1,365	6.45	16.30	0.95	3.37	0.8304	4.6095	Alto	516	2,104
San Martín Peras	1,897	11.21	31.87	1.85	6.11	2.6241	8.7543	Muy alto	17	49

Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

En las localidades comprendidas dentro de la RE, la migración se relaciona principalmente con actividades agropecuarias, empleo temporal en otros estados del país y migración hacia Estados Unidos. En algunos casos, las remesas enviadas por personas migrantes contribuyen al sostenimiento familiar y a la participación comunitaria, incluyendo aportaciones para festividades locales. También se identifican casos de movilidad de jóvenes e infantes asociados a motivos educativos o a la migración familiar.

CUADRO III-83 ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA MIGRACIÓN EN LOCALIDADES DE LA RE.

Localidad	Actividades asociadas a la migración
Barrio San José	Se reporta migración de mujeres y hombres hacia otras entidades del país y hacia Estados Unidos, principalmente para realizar actividades agropecuarias. También se identifica movilidad de infantes por motivos educativos o por acompañamiento familiar. Algunas familias migran hacia Estados Unidos, principalmente a California, donde se emplean en actividades agrícolas, como el corte de fresa y jitomate. Las remesas enviadas contribuyen al sostenimiento familiar y a la cooperación para festividades comunitarias.
Santiago Petlacala	Se reporta migración de mujeres y hombres hacia otras entidades del país y hacia Estados Unidos, principalmente para realizar actividades agropecuarias.
Cerro Hidalgo	Se identifica migración principalmente masculina hacia otros estados del país y hacia Estados Unidos, con destinos como California y Salinas. Las actividades laborales se asocian principalmente con el sector agropecuario y, en menor medida, con el sector servicios.
Coicoyán de las Flores	Se reporta migración principalmente masculina hacia otros estados del país y hacia Estados Unidos, con destinos como California, Salinas y Nueva York. Las actividades laborales se relacionan con el sector agropecuario y de servicios. A nivel nacional, la migración se dirige principalmente hacia el norte del país para el desarrollo de actividades agropecuarias. También se identifica movilidad de jóvenes por motivos educativos.

Fuente: elaboración propia con información recabada en campo y datos del Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI.

III.2.3.2 Cultura

La población indígena de la RE representa el 80% del total de la población, mientras que la población afrodescendiente representa el 0.08%. Del total de población indígena un 35.89% corresponden a población femenina y un 65.11% corresponden a población masculina; en el caso de la población afrodescendientes un 50% del total corresponden a mujeres y un 50% a hombres como se observa en el Cuadro III-86.











CUADRO III-84 POBLACIÓN INDÍGENA DENTRO DEL RE

Localidad	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	Población que se considera afromexicana o afrodescendiente	Población femenina que se considera afromexicana o afrodescendiente	Población masculina que se considera afromexicana o afrodescendiente
Coicoyán de las Flores	1859	402	1450	4	2	2
Barrio San José	78	25	53	0	0	0
Cerro Hidalgo	315	197	117	0	0	0
San Isidro Petlacala [Rancho]	131	33	98	0	0	0
San José Petlacala	39	26	11	0	0	0
La Trinidad Petlacala	91	32	59	0	0	0
San Antonio Petlacala	170	59	111	0	0	0
Santiago Petlacala	626	244	381	0	0	0
San Marcos Petlacala	0	0	0	0	0	0
San Isidro Petlacala	300	199	96	0	0	0
Guadalupe Petlacala	191	109	81	0	0	0

Elaboración propia con datos del censo INEGI (2020).

Para el caso de todas las localidades pertenecientes a la RE en la mayoría de los casos su lengua madre es el mixteco o alguna variante del mixteco como es el caso del mixteco de San Martin Peras (Tu'un Nta'vi) y menor medida otras lenguas como son: triqui y zapoteco.

III.1.1.1.10.4 Festividades y tradiciones

Las localidades comprendidas dentro de la RE presentan una vida comunitaria vinculada con festividades religiosas, celebraciones patronales y prácticas tradicionales. Entre las celebraciones recurrentes se encuentran las fiestas patronales, Semana Santa, Navidad, Día de Muertos, Carnaval y festividades asociadas a santos tutelares, organizadas principalmente mediante mayordomías, comités de festejos o participación comunitaria.

Además de las festividades católicas, se identifican prácticas rituales relacionadas con sitios sagrados conocidos localmente como *Koon'dó Duku* y *Koon'do Tifdiín*, vinculados con peticiones de lluvia, salud y buenas cosechas. En estas ceremonias participan curanderos, curanderas y familias de la comunidad, quienes llevan ofrendas como copal, velas, flores, alimentos, bebidas y animales destinados al ritual. Estas prácticas reflejan la continuidad de formas locales de organización, espiritualidad y relación simbólica con el territorio.

En el Cuadro III-87 se presentan algunas de las festividades, celebraciones y rituales identificados en localidades comprendidas dentro de la RE.

CUADRO III-85 FESTIVIDADES DE LAS LOCALIDADES DEL RE.

Fiesta, celebración o ritual	Responsables de la organización	Fecha de la celebración
Barrio San José		
San José	Mayordomía	18 y 19 de marzo
San Antonio	Mayordomía	13 de junio
San Isidro	Mayordomía	15 de mayo
Virgen de Guadalupe	Mayordomía	12 de diciembre
Virgen de la Candelaria	Mayordomía	03 de febrero
Día de muertos	Toda la comunidad	1 2 y de noviembre
Santo Patrón Santiago Apóstol	La mayordomía está a cargo de los mayordomos, quienes pueden ser tanto hombres como mujeres, y son designados por la Asamblea para un período de un año. Los gastos de la festividad son cubiertos por las contribuciones del pueblo. Durante la celebración, se sacrifica un toro, se ofrece comida a la comunidad y se queman castillos.	25 de julio
Virgen de Guadalupe	Mayordomos (elegidos por los Barrios)	12 de diciembre
San Isidro	Mayordomos (elegidos por los Barrios)	15 de mayo

Fiesta, celebración o ritual	Responsables de la organización	Fecha de la celebración
San Marcos	Mayordomos (elegidos por los Barrios)	24 de abril
La Trinidad	Mayordomos (elegidos por los Barrios)	Finales de mayo a principios de junio
Carnaval de día de muertos	En la mayordomía, que es seleccionada durante la Asamblea, se llevan flores a la iglesia y se organiza un espectáculo de fuegos artificiales, los habitantes del pueblo obsequian maíz a los danzantes (Mijangos) y se prepara pozole, que se sirve a los miembros de la comunidad.	En el mes de febrero
Semana Santa (día de ramos)	La mayordomía es elegida durante la asamblea, se encarga de llevar la palma y de organizar el sacrificio de un toro para alimentar a la comunidad, además de realizar un espectáculo de fuegos artificiales	Entre marzo y abril
Día de muertos	Familias (cada familia lo celebra en sus casas, ponen sus ofrendas y van a velar al panteón)	31 de octubre, 1 y 2 de noviembre
Cerro Hidalgo		
Fiesta de la Santa Cruz	Comité de festejos integrado por diez personas	2 de mayo
San Marcos	Comité de festejos integrado por diez personas	25 de abril
Semana Santa	Comité de festejos integrado por diez personas	Marzo - Abril
Virgen de Guadalupe	Comité de festejos integrado por diez personas	12 de diciembre
Carnaval	Comité de festejos integrado por diez personas	Febrero - Marzo
Agradecimiento a los Dioses de la Lluvia en los lugares sagrados	Asiste todas las familias de la comunidad	Cada año
Los curanderos y curanderas acuden a Koon'dó Duku y Koon'do Tifdiín que son ídolos (dioses de la lluvia)	Los curanderos y curanderas acuden a estos ídolos llevando presentes que pueden consistir en un puerco, chivo, gallina, guajolote, aguardiente, cigarros, copal, velas y flores.	25 de abril
Coicoyán de las Flores		
Fiesta de la Santa Cruz	Comité de festejos integrado por diez personas	2 de mayo
San Marcos	Comité de festejos integrado por diez personas	25 de abril
Semana Santa	Comité de festejos integrado por diez personas	Marzo - Abril

Fiesta, celebración o ritual	Responsables de la organización	Fecha de la celebración
Virgen de Guadalupe	Comité de festejos integrado por diez personas	12 de diciembre
Carnaval	Comité de festejos integrado por diez personas	Febrero - Marzo
Agradecimiento a los Dioses de la Lluvia en los lugares sagrados	Asiste todas las familias de la comunidad	Cada año
Los curanderos y curanderas acuden a Koon'dó Duku y Koon'do Tifdiín que son ídolos (dioses de la lluvia)	Los curanderos y curanderas acuden a estos ídolos llevando presentes que pueden consistir en un puerco, chivo, gallina, guajolote, aguardiente, cigarros, copal, velas y flores.	25 de abril

Elaboración propia con datos del Catálogo de pueblos y comunidades indígenas y población afromexicana.[9].

Las festividades y prácticas comunitarias constituyen un componente central de la vida sociocultural de las localidades comprendidas dentro de la RE. Aun en contextos de alta marginación y limitada disponibilidad de recursos económicos, las comunidades mantienen formas de organización colectiva asociadas a mayordomías, comités de festejos, rituales, celebraciones religiosas y aportaciones comunitarias. Estas expresiones fortalecen la cohesión social, la identidad local y los vínculos de reciprocidad entre habitantes, familias migrantes y autoridades comunitarias.

Dentro de las expresiones culturales de las localidades comprendidas en la RE, la gastronomía local constituye un elemento relevante de identidad comunitaria. En particular, la preparación de pan tradicional, moles, alimentos festivos y platillos comunitarios forma parte de las prácticas asociadas a celebraciones religiosas, mayordomías, rituales y reuniones colectivas. Estas expresiones gastronómicas refuerzan los vínculos de reciprocidad, pertenencia y continuidad cultural entre las familias y comunidades de la región.

III.1.1.1.10.5 Inmuebles Catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)

Dentro del RE se encontraron 21 inmuebles catalogados por el INAH localizados en la cabecera municipal de Coicoyán de la Flores a un kilómetro aproximado del AP cuatro de ellos están catalogados como Monumentos Históricos y diecisiete como Inmueble con Valor Cultural en el siguiente cuadro se enlistan los inmuebles catalogados.

Los inmuebles catalogados por el INAH localizados en la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores constituyen elementos relevantes del patrimonio histórico y cultural de la RE. Entre ellos se incluyen inmuebles religiosos, espacios de uso público,

[9] https://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consultaPublica

puentes, viviendas y edificaciones con valor cultural, algunos de los cuales se encuentran clasificados como Monumentos Históricos.

La presencia de estos bienes evidencia la importancia histórica de Coicoyán de las Flores dentro del contexto regional, así como la permanencia de elementos arquitectónicos vinculados con la vida religiosa, comunitaria y urbana de la localidad. Si bien estos inmuebles se ubican fuera del AP, su identificación resulta relevante para la caracterización sociocultural de la RE y para reconocer los componentes patrimoniales presentes en el entorno del Proyecto.

FIGURA III-58 LOS 21 INMUEBLES CATALOGADOS POR EL INAH LOCALIZADOS EN COICOYÁN DE LAS FLORES.


Templo de Santiago Apóstol
Inmueble Religioso
Monumento Histórico


Templo del Apostal Santiago
Inmueble religioso
Monumento Histórico


Templo San José
Inmueble Religioso
Bien Inmueble con Valor Cultural


Curato del Templo de Santiago Apóstol
Inmueble Casa-habitación y oficinas parroquiales
Monumento Histórico


Puente peatonal y vehicular
Inmueble Puente
Monumento Histórico


Agencia Municipal
Inmueble Agencia Municipal
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación, comercio
Inmueble Casa-habitación comercio
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación, comercio
Inmueble Casa-habitación comercio


Casa-habitación, comercio
Inmueble Casa-habitación comercio
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Bien Inmueble con Valor Cultural
Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación


Casa-habitación,
Inmueble Casa-habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación,
Inmueble Casa-habitación
Bien Inmueble con Valor Cultural


Casa-habitación
Inmueble-Casa habitación

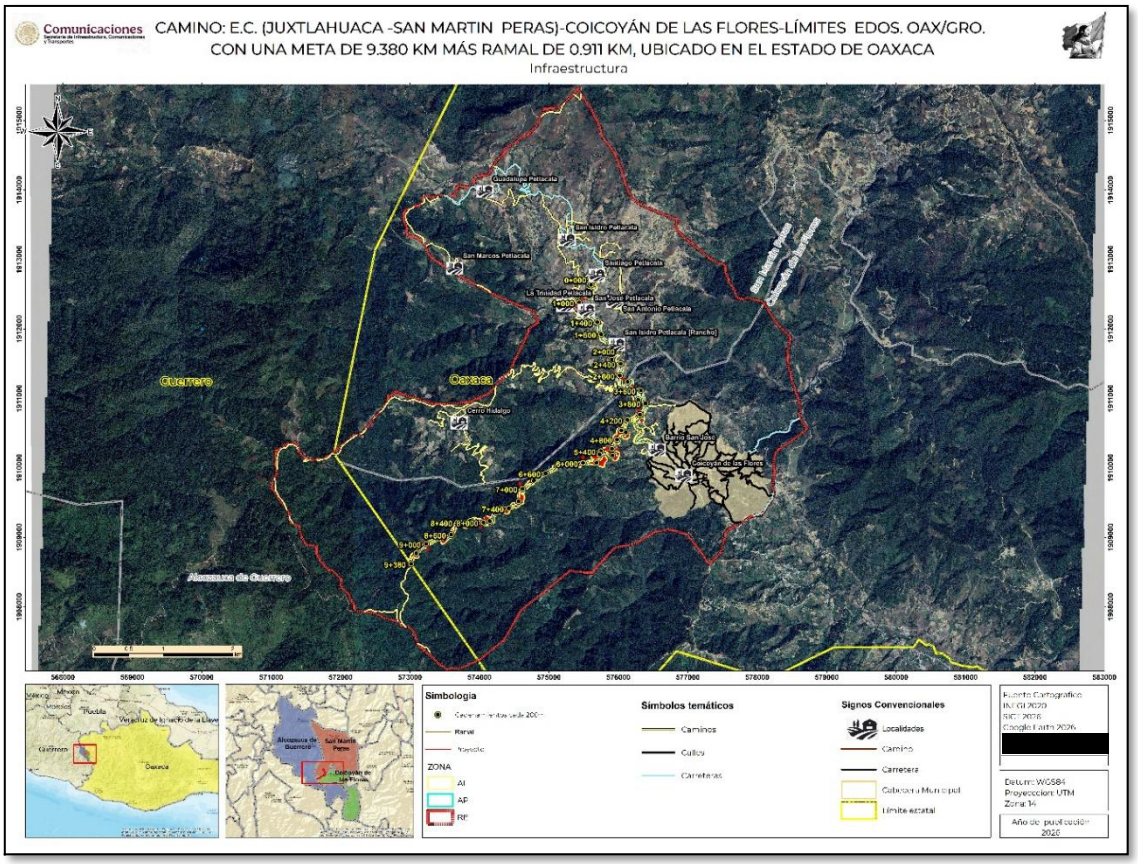

Casa-habitación,
Inmueble Casa-habitación

III.1.1.11 Infraestructura y equipamiento

III.1.1.11.1 Vías de comunicación y transporte

La infraestructura vial dentro de la RE es limitada y se compone principalmente de una carretera de terracería con ancho de corona variable de aproximadamente 5 a 7 m, así como brechas, veredas y una red local de calles de distinto orden. De acuerdo con la información cartográfica disponible, se identifican 26 veredas y brechas, además de 75 calles dentro del área de análisis, como se muestra en la Figura III-59.

FIGURA III-59 MAPA DE INFRAESTRUCTURA DENTRO DEL RE



La mayor concentración de infraestructura vial y de equipamiento se localiza en Coicoyán de las Flores, debido a su función como cabecera municipal. En contraste, las

localidades de menor tamaño presentan condiciones de conectividad más restringidas, asociadas principalmente a caminos de terracería, brechas y accesos locales.

En términos generales, las vialidades existentes presentan condiciones variables de alineamiento, superficie de rodamiento y drenaje, lo que puede limitar la seguridad, transitabilidad y comunicación entre localidades, particularmente durante la temporada de lluvias. En este contexto, el Proyecto contribuirá al mejoramiento de la conectividad regional mediante la modernización del camino y del ramal asociado.

III.2.3.2.1 Vivienda

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, dentro de la RE se identificaron 1,310 viviendas. De éstas, 783 corresponden a viviendas habitadas, 272 a viviendas particulares deshabitadas y 253 a viviendas particulares de uso temporal.

La localidad con mayor número de viviendas habitadas es Coicoyán de las Flores, con 450 viviendas, equivalente al 57.47% del total de viviendas habitadas dentro de la RE. Le sigue Santiago Petlacala, con 112 viviendas habitadas, que representan el 14.30%. En conjunto, ambas localidades concentran la mayor proporción de viviendas habitadas del área de análisis, lo cual es congruente con su mayor peso demográfico dentro de la RE.

La presencia de viviendas deshabitadas y de uso temporal también resulta relevante para la caracterización socioeconómica, ya que refleja dinámicas de movilidad poblacional, migración, uso estacional de viviendas y posibles cambios en la ocupación del territorio. En particular, las viviendas deshabitadas representan aproximadamente una quinta parte del total de viviendas registradas, mientras que las viviendas de uso temporal muestran la existencia de ocupación no permanente en varias localidades. En el Cuadro III-88 se presenta el número de viviendas por localidad dentro de la RE.

CUADRO III-86 NÚMERO DE VIVIENDAS DENTRO DEL RE

Localidad	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Total de viviendas particulares habitadas con características	Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares deshabitadas	Viviendas particulares de uso temporal
Coicoyán de las Flores	791	450	791	450	442	450	143	198
Barrio San José	23	14	23	14	14	14	4	5
Cerro Hidalgo	57	44	57	44	44	44	6	7
San Isidro Petlacala [Rancho]	37	20	37	20	20	20	15	2

Localidad	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Total de viviendas particulares habitadas con características	Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares deshabitadas	Viviendas particulares de uso temporal
San José Petlacala	7	7	7	7	7	7	0	0
La Trinidad Petlacala	36	15	36	15	15	15	8	13
San Antonio Petlacala	60	34	60	34	34	34	23	3
Santiago Petlacala	155	112	155	112	111	112	29	14
San Marcos Petlacala	3	1	0	0	0	0	0	0
San Isidro Petlacala	99	54	99	54	54	54	39	6
Guadalupe Petlacala	42	32	42	32	32	32	5	5

III.2.3.2.2 Salud y seguridad social

Del total de población afiliada, la mayor proporción corresponde al Instituto de Salud para el Bienestar, con 72.17%, seguido del IMSS-Bienestar, con 26.36%. En contraste, la afiliación a instituciones como IMSS, ISSSTE, PEMEX, Defensa o Marina, servicios privados u otras instituciones presenta una participación reducida.

Este patrón refleja una alta dependencia de los servicios públicos de salud dirigidos a población sin seguridad social contributiva, lo cual es consistente con las condiciones rurales y de marginación presentes en la RE. Asimismo, evidencia la importancia de mantener y mejorar la conectividad de las localidades, ya que el acceso oportuno a servicios de salud depende en gran medida de las condiciones de comunicación, transporte y transitabilidad regional.

En el Cuadro III-89 se presenta la población afiliada a servicios de salud por localidad y tipo de institución.

CUADRO III-87 POBLACIÓN DERECHOHABIENTE DENTRO DEL RE

Localidad	Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE estatal	Población afiliada a servicios de salud en PEMEX, Defensa o Marina	Población afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el	Población afiliada a servicios de salud en el IMSS BIENESTAR	Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	Población afiliada a servicios de salud en otra institución
Coicoyán de las Flores	3	5	1	3	1370	95	2	1
Barrio San José	1	1	0	0	21	0	0	0
Cerro Hidalgo	1	0	0	0	132	0	0	0
San Isidro Petlacala [Rancho]	2	0	0	0	150	0	0	0
San José Petlacala	0	0	0	0	30	0	0	0
La Trinidad Petlacala	0	0	0	0	64	57	2	0
San Antonio Petlacala	0	0	0	0	174	0	0	0
Santiago Petlacala	16	0	0	0	80	575	0	0
San Marcos Petlacala	0	0	0	0	0	0	0	0
San Isidro Petlacala	0	0	0	0	121	99	0	1
Guadalupe Petlacala	4	3	0	0	119	0	0	0

III.1.1.11.2 Educación y escolaridad

De acuerdo con la información disponible en el portal de la Secretaría de Educación Pública (SEP), dentro de la RE se identifican 12 instituciones educativas en operación, todas de carácter público. **De éstas, cuatro corresponden al nivel preescolar**, **cinco al nivel primaria**, **dos al nivel secundaria** y **una al nivel medio superior**.

La oferta educativa se concentra principalmente en las localidades con mayor población, particularmente Coicoyán de las Flores, Santiago Petlacala y Guadalupe Petlacala. Esta distribución refleja una cobertura básica de servicios educativos dentro de la RE; sin embargo, también evidencia una concentración territorial del equipamiento escolar, por lo que las localidades de menor tamaño dependen de la movilidad hacia centros poblacionales con mayor infraestructura para acceder a ciertos niveles educativos.

CUADRO III-88 PROMEDIO DE ESCOLARIDAD DENTRO DEL RE

Localidad	Tipo educativo	Nivel educativo	Servicio educativo	Nombre del control (Público o Privado)	Tipo de sostenimiento	Alumnos totales (hombres)	Alumnos totales (mujeres)	Alumnos totales	Docentes totales (hombres)	Docentes totales (mujeres)	Docentes totales	Aulas en uso	Aulas existentes
Santiago Petlacala	Básica	Secundaria	Telesecundaria	Público	Federal Transferido	42	61	103	0	3	3	6	6
	Básica	Preescolar	Indígena	Público	Federal Transferido	22	30	52	0	4	4	4	4
	Básica	Primaria	Indígena	Público	Federal Transferido	127	139	266	3	9	12	10	10
Guadalupe Petlacala	Básica	Preescolar	Indígena	Público	Federal Transferido	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Coicoyán de las Flores	Básica	Preescolar	Indígena	Público	Federal Transferido	45	0	45	0	3	3	3	3
	Básica	Primaria	Indígena	Público	Federal Transferido	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
	Básica	Primaria	Indígena	Público	Federal Transferido	26	31	57	0	6	6	6	6
	Básica	Primaria	Indígena	Público	Federal Transferido	90	129	219	0	13	13	13	13
	Básica	Preescolar	Indígena	Público	Federal Transferido	19	27	46	0	4	4	4	4
	Básica	Secundaria	Telesecundaria	Público	Federal Transferido	55	81	136	0	6	6	8	8
	Media Superior	Bachillerato	Bachillerato General	Público	Estatal	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
	Básica	Primaria	Indígena	Público	Federal Transferido	20	23	43	0	6	6	6	6

En términos de escolaridad, el grado promedio de las localidades comprendidas dentro de la RE es de 3.65 años, lo que indica que el nivel educativo predominante corresponde a primaria incompleta o primaria básica. Esta condición refleja un rezago educativo significativo y limita las oportunidades de acceso a empleos mejor remunerados, continuidad escolar y movilidad social.

Si bien en localidades como Coicoyán de las Flores se identifica una proporción reducida de población con educación posbásica, en conjunto la RE mantiene condiciones de baja escolaridad. Este patrón se relaciona con factores como dispersión territorial, condiciones económicas limitadas, migración, accesibilidad vial restringida y concentración del equipamiento educativo en pocas localidades.

En este contexto, la conectividad regional adquiere relevancia social, ya que las condiciones de los caminos inciden directamente en la posibilidad de traslado de estudiantes, docentes y familias hacia los centros educativos disponibles, particularmente para los niveles secundaria y medio superior.

Las condiciones de accesibilidad hacia las localidades de la RE representan un factor determinante para el uso efectivo de la infraestructura educativa existente. Si bien se identifican planteles de educación básica y media superior, el acceso cotidiano a estos servicios puede verse limitado por la distancia entre localidades, las condiciones de los caminos, la disponibilidad de transporte y la transitabilidad durante la temporada de lluvias.

En este sentido, la conectividad vial no sólo constituye un elemento de infraestructura, sino una condición necesaria para favorecer la permanencia escolar, el traslado seguro de estudiantes y docentes, y el acceso de las familias a servicios educativos ubicados en las localidades con mayor equipamiento

CUADRO III-89 NIVEL DE EDUCACIÓN DENTRO DEL RE

Localidad	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más con primaria completa	Población de 15 años y más con secundaria incompleta	Población de 15 años y más con secundaria completa	Población de 18 años y más con educación posbásicas	Grado promedio de escolaridad	Grado promedio de escolaridad de la población femenina	Grado promedio de escolaridad de la población masculina
Coicoyán de las Flores	462	316	48	191	63	4.22	4.13	4.32
Barrio San José	27	11	5	4	1	3.17	3.83	2.17
Cerro Hidalgo	80	86	3	2	2	3.63	3.37	3.92
San Isidro Petlacala [Rancho]	29	23	2	6	0	3.35	3.25	3.48
San José Petlacala	12	9	1	3	0	3.69	3.53	3.91

Localidad	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más con primaria completa	Población de 15 años y más con secundaria incompleta	Población de 15 años y más con secundaria completa	Población de 18 años y más con educación posbásicas	Grado promedio de escolaridad	Grado promedio de escolaridad de la población femenina	Grado promedio de escolaridad de la población masculina
La Trinidad Petlacala	22	18	1	0	0	3.28	2.81	3.7
San Antonio Petlacala	43	18	7	17	0	3.96	3.92	4
Santiago Petlacala	154	108	13	33	8	3.69	3.33	4.2
San Marcos Petlacala	0	0	0	0	0	0	0	0
San Isidro Petlacala	95	42	7	8	0	2.78	2.42	3.24
Guadalupe Petlacala	63	44	0	7	2	3.29	3	3.58

III.2.3.3 Actividades económicas

La Población Económicamente Activa (PEA) dentro de la RE es de 993 habitantes, equivalente al 34.71% de la población total. De este total, aproximadamente 30% corresponde a población femenina y 70% a población masculina, lo que refleja una mayor participación formal de los hombres en las actividades económicas registradas.

Por su parte, la población de 12 años y más no económicamente activa representa 44.24% de la población total de la RE. La población ocupada corresponde a 971 habitantes, equivalente al 21.05% de la población total. Estos datos reflejan una estructura económica limitada, con alta dependencia de actividades primarias, autoempleo, trabajo familiar, migración y actividades de subsistencia.

En el **Cuadro III-92** se presenta la distribución de la población económicamente activa, no económicamente activa, ocupada y desocupada por localidad.

CUADRO III-90 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR

Localidad	Población de 12 años y más económicamente activa	Población femenina de 12 años y más económicamente activa	Población masculina de 12 años y más económicamente activa	Población de 12 años y más no económicamente activa	Población femenina de 12 años y más no económicamente activa	Población masculina de 12 años y más no económicamente activa	Población de 12 años y más ocupada	Población de 12 años y más desocupada
Coicoyán de las Flores	556	169	387	1028	675	353	550	6
Barrio San José	25	7	18	38	32	6	25	0
Cerro Hidalgo	100	27	73	142	102	40	100	0
San Isidro Petlacala [Rancho]	11	2	9	83	49	34	11	0
San José Petlacala	11	2	9	17	13	4	11	0
La Trinidad Petlacala	16	2	14	52	32	20	8	8
San Antonio Petlacala	25	5	20	105	71	34	24	1
Santiago Petlacala	132	45	87	330	223	107	128	4
San Marcos Petlacala	0	0	0	0	0	0	0	0
San Isidro Petlacala	57	20	37	155	96	59	55	2
Guadalupe Petlacala	60	18	42	93	59	34	60	0
Total	**993**	**297**	**696**	**2043**	**1352**	**691**	**972**	**21**

III.2.3.3.1 Actividades primarias

Las actividades primarias en las localidades de la RE se concentran principalmente en la agricultura y la ganadería. La agricultura se orienta en gran medida al autoconsumo y comprende cultivos como maíz, frijol, calabaza, chilacayote, papa y nopal. La ganadería incluye principalmente la cría de caprinos, bovinos y ovinos, así como aves de traspatio, como guajolotes, pollos y gallinas, destinadas **principalmente al consumo familiar.**

Asimismo, se reporta el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables, asociado al uso local de materiales, combustible, construcción, herramientas, alimentos o insumos tradicionales. Estas actividades forman parte de la economía de subsistencia y del manejo cotidiano de los recursos naturales por parte de las comunidades.

Durante los recorridos de campo se observaron indicios de aprovechamiento forestal en distintas zonas de la RE, incluyendo extracción de madera, presencia de áreas

de acopio y actividades asociadas al aserrío. Esta condición evidencia una presión adicional sobre la cobertura forestal, particularmente en sitios con vegetación arbórea, y debe considerarse dentro del diagnóstico de deterioro ambiental y tendencias de uso de los recursos naturales.

Si bien el aprovechamiento de recursos **forestales puede formar parte de las actividades económicas locales, la intensidad observada en algunos puntos sugiere la necesidad de reconocerlo como un factor de presión** sobre la estructura y continuidad de la vegetación, así como sobre los servicios ambientales asociados al bosque.

III.2.3.3.2 Actividades secundarias

Las actividades secundarias dentro de la RE se relacionan principalmente con oficios tradicionales, transformación artesanal y construcción. Destacan la elaboración de productos de palma, como sombreros, petates, sopladores, tenates y sillas; la carpintería y ebanistería para la fabricación de sillas, mesas, puertas, camas y ventanas; así como la alfarería, mediante la producción de comales, vasijas, ollas y cazuelas.

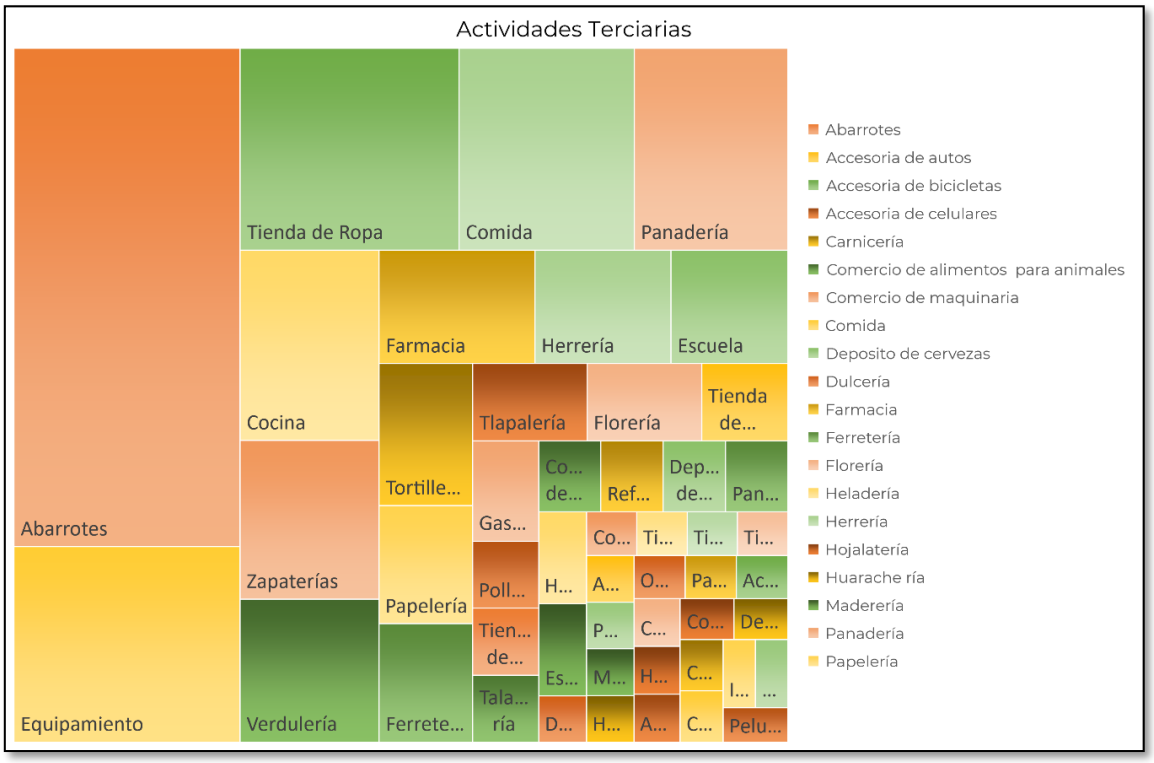
También se identifican actividades vinculadas con la elaboración de metates, metlapiles y molcajetes, además de la práctica de la albañilería. Estas actividades complementan los ingresos familiares y mantienen conocimientos tradicionales asociados al aprovechamiento de materiales locales y a la producción artesanal.

III.2.3.3.3 Actividades terciarias

Las actividades terciarias se concentran principalmente en las localidades de mayor tamaño, particularmente Coicoyán de las Flores y Santiago Petlacala, donde existe mayor disponibilidad de bienes y servicios. Entre las actividades identificadas se encuentran establecimientos de alimentos, como restaurantes, taquerías, antojitos y comedores; así como tiendas de abarrotes, ropa, tlapalerías, panaderías, florerías y farmacias.

La concentración de servicios en las localidades principales evidencia la función de estos centros como nodos de abastecimiento y atención para poblaciones cercanas. En este contexto, la conectividad vial resulta determinante para facilitar el acceso de las comunidades a bienes básicos, comercio local, servicios de salud, educación y trámites administrativos.

FIGURA III-60 ACTIVIDADES TERCIARIAS.



III.2.3.3.4 Pobreza, rezago social y marginación

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la desigual distribución del desarrollo, la exclusión social y la limitada disponibilidad de oportunidades, bienes y servicios básicos. Este fenómeno se relaciona con rezagos en educación, vivienda, ingreso, infraestructura y acceso a servicios, por lo que constituye un indicador relevante para caracterizar las condiciones de vulnerabilidad social de las localidades comprendidas dentro de la RE.

En la RE, los indicadores de marginación disponibles para 2020 muestran condiciones de rezago significativo. La localidad de Coicoyán de las Flores presenta un grado de marginación alto, mientras que Santiago Petlacala, Cerro Hidalgo, Guadalupe Petlacala, San Isidro Petlacala, San Antonio Petlacala, La Trinidad Petlacala, San José Petlacala, San Isidro Petlacala [Rancho] y Barrio San José registran un grado de marginación muy alto.

Estos niveles de marginación se asocian con porcentajes elevados de población de 15 años o más analfabeta, población sin educación básica, viviendas con piso de tierra, condiciones de hacinamiento y carencia de bienes básicos, como refrigerador. En

algunas localidades también se observan rezagos en drenaje, energía eléctrica y otros servicios al interior de las viviendas.

En particular, los indicadores muestran que el rezago educativo es una de las condiciones más extendidas dentro de la RE, con porcentajes muy altos de población de 15 años o más sin educación básica. Asimismo, el hacinamiento y la presencia de viviendas con piso de tierra reflejan condiciones de precariedad habitacional que inciden directamente en la calidad de vida de la población.

En este contexto, la mejora de la conectividad vial adquiere relevancia social, ya que puede contribuir a reducir condiciones de aislamiento, facilitar el acceso a servicios de salud, educación, abasto y trámites administrativos, así como fortalecer la comunicación entre localidades. Si bien la infraestructura vial no resuelve por sí sola las condiciones estructurales de marginación, sí constituye un componente necesario para mejorar el acceso de la población a oportunidades y servicios básicos.

CUADRO III-91 INDICADORES DE MARGINACIÓN DE LAS LOCALIDADES DENTRO DEL RE.

Nombre de la localidad	Coicoyán de las Flores	Santiago Petlacala	Cerro Hidalgo	Guadalupe Petlacala	San Isidro Petlacala	San Antonio Petlacala	La Trinidad Petlacala	San José Petlacala	San Isidro Petlacala [Rancho]	Barrio San José
Población total	2,293	753	389	228	349	206	109	47	154	88
Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta	32.93	39.29	40.00	46.67	53.37	38.39	38.60	46.15	37.66	46.55
Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica	80.76	89.03	98.00	92.59	95.51	84.82	100.00	88.46	92.21	91.38
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	1.91	12.30	15.42	0.00	12.89	2.43	13.76	0.00	7.79	0.00
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.71	10.56	0.00	2.19	3.72	14.08	16.51	12.77	7.79	15.91

Nombre de la localidad	Coicoyán de las Flores	Santiago Petlacala	Cerro Hidalgo	Guadalupe Petlacala	San Isidro Petlacala	San Antonio Petlacala	La Trinidad Petlacala	San José Petlacala	San Isidro Petlacala [Rancho]	Barrio San José
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	0.27	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.49	0.00
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	30.27	43.98	50.90	46.93	36.96	64.08	48.62	76.60	42.86	42.05
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con hacinamiento	69.42	74.06	89.46	93.86	77.65	70.87	89.91	89.36	81.82	60.23
Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin refrigerador	66.27	84.22	82.52	89.91	95.99	96.60	94.50	93.62	81.17	75.00
Índice de marginación a nivel localidad, 2020	16.92	14.67	13.98	14.01	13.67	14.24	13.23	13.04	14.62	15.25
Grado de marginación a nivel localidad, 2020	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Índice de marginación normalizado a nivel localidad, 2020	0.65	0.56	0.53	0.54	0.52	0.54	0.51	0.50	0.56	0.58

Adicionalmente, durante la caracterización social se identificó que la RE presenta condiciones de alta vulnerabilidad y dinámicas comunitarias complejas, asociadas a

rezago social, marginación, migración, acceso limitado a servicios e infraestructura y procesos locales de organización comunitaria. Estos elementos forman parte del contexto socioeconómico en el que se inserta el Proyecto.

El análisis específico de las dinámicas sociales, percepciones comunitarias, formas de organización, posibles conflictos y condiciones de aceptación social del Proyecto se desarrolla con mayor detalle en el Estudio Sociodemográfico que se integra como anexo a la presente MIA.

III.1.2 PAISAJE

III.1.2.1 Marco conceptual breve.

El concepto de *paisaje* ha evolucionado hacia una visión integradora que reconoce la interacción entre factores naturales y humanos. El Convenio Europeo del Paisaje lo define como "cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es resultado de la acción e interacción de factores naturales y/o humanos" (Consejo de Europa, 2000). Esta definición, adoptada por UNESCO, la Carta Mexicana del Paisaje (SAPM, 2011) y la Carta del Paisaje de las Américas, enfatiza la relación naturaleza–cultura y la importancia del territorio como espacio vivido y percibido (Zoido Naranjo, 2006).

Desde esta perspectiva, el paisaje integra componentes biofísicos, socioculturales e históricos que se modifican continuamente. Santos (2000) señala que el espacio resulta de la interacción entre sistemas de objetos y sistemas de acciones, lo cual evidencia el carácter dinámico del territorio y su permanente construcción social y ambiental. En consecuencia, el paisaje puede entenderse como la expresión visible de dichas transformaciones.

Diversas revisiones teóricas reflejan la pluralidad metodológica del estudio del paisaje. Urquijo y Bocco (2011), al analizar enfoques entre 1970 y 2000, destacan que el paisaje actúa como categoría geográfica integradora entre sociedad y naturaleza, diferenciándose del geosistema —orientado a procesos biofísicos— y remarcando la necesidad de considerar contextos culturales y percepciones locales, mientras que Franch Pardo (2020) reconoce la evolución conceptual del término hacia una visión que vincula observación, territorio y complejidad espacial.

A partir de estas aproximaciones, los estudios de paisaje pueden agruparse en tres perspectivas principales: biofísica, sociocultural e interdisciplinaria. La primera analiza el paisaje como unidad de síntesis territorial; la segunda incorpora la percepción, la memoria, la identidad y las prácticas sociales; y la tercera integra dimensiones espaciales y temporales para comprender simultáneamente los procesos físicos y sociales.

1. Biofísica: el paisaje como unidad de síntesis territorial, analizado desde enfoques geoecológicos, geomorfológicos o de dinámica de la cubierta vegetal.
2. Sociocultural: análisis del paisaje desde la percepción, la memoria, la identidad y las prácticas sociales.
3. Interdisciplinaria: integra dimensiones espaciales y temporales, considerando simultáneamente procesos físicos y sociales.

Estas aproximaciones han permitido que el paisaje sea utilizado en ordenamiento ter En el presente estudio, la caracterización del paisaje de la RE se sustenta en esta visión integradora, con el propósito de evaluar el valor escénico, la visibilidad y la fragilidad del territorio frente a las presiones naturales y antrópicas. En particular, el análisis permite reconocer la configuración del paisaje serrano mixteco, su relación con valles, terrazas, lomeríos, frentes de ladera, montañas escarpadas, coberturas vegetales, localidades rurales y caminos existentes.

Por lo anterior, el estudio de paisaje constituye un enfoque de síntesis que combina la percepción visual con indicadores de calidad escénica, grado de transformación y susceptibilidad al cambio, lo cual resulta fundamental para valorar la incidencia del Proyecto sobre las unidades de paisaje identificadas dentro de la RE.

III.1.2.1.1 Fundamentos utilizados

III.1.2.1.1.1 Valor escénico del paisaje

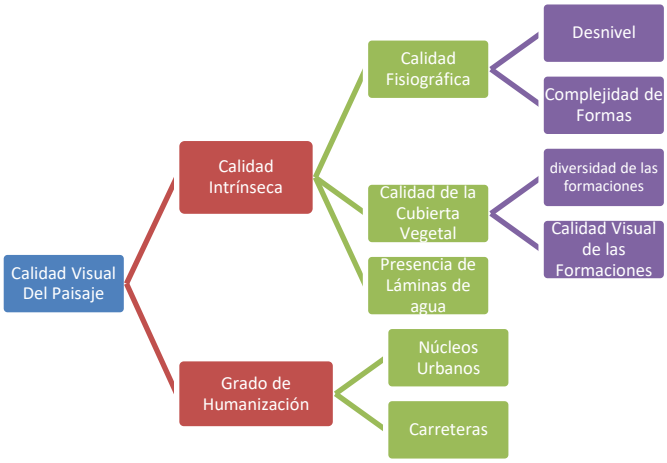
Para el análisis del valor escénico de la RE se adoptó como referencia metodológica el enfoque desarrollado por Montoya et al. (2003[10].), el cual considera la calidad intrínseca del paisaje y el grado de antropización como elementos centrales para su valoración. Este enfoque permite relacionar los atributos naturales del territorio, como relieve, pendiente, cobertura vegetal, presencia de agua y amplitud del horizonte visual, con los elementos de transformación humana, como caminos, asentamientos, zonas agrícolas y áreas intervenidas.

En este estudio, la evaluación del paisaje de la RE se realizó bajo un enfoque de valoración intrínseca, considerando las características físicas, ecológicas y visuales del territorio, así como su exposición ante la implantación de infraestructura lineal. El objetivo fue identificar unidades de paisaje con diferente calidad escénica y fragilidad frente a la modernización del camino y del ramal asociado al Proyecto.

Montoya et. al. 2003 En el modelo de Montoya, para el estudio del paisaje se incluye el análisis de la calidad intrínseca, así como el grado de antropización (Figura III-61).

10 Montoya Ayala Francisco, Padilla Ramírez Jorge y Stanford Camargo Sergio, 2003, Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salina (Puebla), México, Boletín de la AGE, No 35,

FIGURA III-61MODELO DE ESTUDIO DEL PAISAJE ADOPTADO EN ESTA MIA REGIONAL TOMADO DE MONTOYA ET. AL. 2003.



La evaluación del paisaje en la RE se realizó bajo un enfoque de **valoración intrínseca**, considerando las características físicas y ecológicas del territorio, así como su exposición visual. El objetivo fue identificar **unidades de paisaje** con diferente calidad escénica y fragilidad ante el cambio de uso de suelo y la implantación de infraestructura lineal como la carretera Libre 190

III.1.2.1.1.2 Visibilidad

El análisis visual del paisaje permite reconocer no sólo qué elementos son visibles dentro del territorio, sino también cuáles de ellos aportan valor escénico, ecológico o sociocultural. Por ello, la valoración del paisaje considera tanto la calidad visual de sus componentes como su exposición ante los observadores.

Para el estudio visual del paisaje existen tres aproximaciones metodológicas generales: los métodos directos, los métodos indirectos y los métodos mixtos. Los métodos directos se basan en la observación del paisaje mediante recorridos de campo, fotografías, puntos de observación o preferencias de los espectadores. Los métodos indirectos valoran el paisaje a partir de los componentes que lo integran, tales como relieve, vegetación, hidrología, uso de suelo e infraestructura. Los métodos mixtos combinan la observación directa con el análisis de componentes territoriales.

En la presente MIA-R se adoptó un enfoque indirecto–mixto, ya que se integraron recorridos de campo, observación directa, registro fotográfico, análisis cartográfico y revisión de las unidades de paisaje. Este enfoque permite relacionar la percepción visual del territorio con sus atributos físicos, bióticos y socioculturales.

La calidad visual o escénica del paisaje se valoró mediante los siguientes criterios:

- **Naturalidad e integridad del paisaje.** Considera el grado de conservación de los componentes naturales, la continuidad de la cobertura vegetal y la relación entre áreas conservadas, fragmentadas o transformadas. Los paisajes con mayor integralidad y menor fragmentación presentan mayor valor visual y ecológico.
- **Diversidad.** Evalúa la variedad de formas, texturas, colores, coberturas vegetales, usos de suelo y elementos territoriales presentes en el paisaje. Una mayor diversidad puede incrementar el valor escénico, siempre que exista coherencia visual y funcional entre los componentes.
- **Representatividad hídrica.** Considera la presencia de ríos, arroyos, escurrimientos, cañadas húmedas, vegetación de galería o elementos asociados al agua. Estos componentes aportan valor paisajístico, ecológico y cultural, especialmente en entornos serranos donde el agua estructura visual y funcionalmente el territorio.
- **Formas de relieve.** Valora la expresividad geomorfológica del paisaje, incluyendo valles, terrazas, lomeríos, frentes de ladera, barrancas, crestas y montañas escarpadas. Las formas con mayor contraste, profundidad visual y amplitud de horizonte suelen aportar mayor calidad escénica.
- **Importancia para la protección y conservación de la vida silvestre frente al cambio climático.** Considera la función del paisaje como soporte de hábitats, corredores, refugios, áreas de conectividad y zonas con cobertura vegetal que contribuyen a la resiliencia ecológica. Este criterio permite vincular la calidad del paisaje con su valor ambiental y funcional.
- **Valoración de los grupos sociales por elementos ambientales.** Reconoce que el paisaje también tiene un componente perceptual y cultural, relacionado con la importancia que las comunidades otorgan a cerros, ríos, caminos, zonas agrícolas, bosques, sitios de referencia, áreas de uso tradicional y elementos que forman parte de su identidad territorial.

Una vez considerados estos criterios de calidad visual, el análisis de visibilidad permitió identificar desde dónde se perciben las unidades de paisaje y cuáles sectores presentan mayor exposición visual. Para ello se consideraron puntos de observación en localidades, caminos, laderas y zonas altas de la RE, así como el eje del Proyecto como línea principal de observación dentro del AP y su relación con el AI.

Este análisis permite reconocer áreas de alta exposición visual, como valles abiertos, terrazas, laderas expuestas y tramos carreteros visibles desde localidades; así como zonas de exposición media o baja, donde el relieve, la vegetación o la configuración de cañadas y frentes de ladera funcionan como pantallas visuales naturales.

III.1.2.2 Método de valoración

El procedimiento metodológico para la valoración del paisaje se estructuró a partir de la integración de información cartográfica, ambiental y de campo, con el propósito de identificar unidades de paisaje relativamente homogéneas y evaluar su calidad escénica, visibilidad y fragilidad ante la ejecución del Proyecto.

El procedimiento general fue el siguiente:

A. **Integración de información temática**

Se integró información relacionada con el modelo de relieve, curvas de nivel, pendientes, topoformas, geología, uso de suelo y vegetación, hidrología superficial, red de caminos, asentamientos humanos, límites de la RE, AI y AP, así como el trazo del Proyecto. Se utilizaron las siguientes capas temáticas

- Relieve y topoformas (Sistema de Topoformas del INEGI).
- Uso de suelo y cobertura vegetal (cobertura INEGI y cartografía IA/USV 2025).
- Integridad ecológica (presencia y continuidad de vegetación primaria y vegetación secundaria).
- Condiciones de visibilidad (relación entre puntos de observación, pendientes y profundidad de horizonte).
- Grado de transformación antrópica (agricultura, pastizal inducido, terrazas, asentamientos y vías de acceso).

Esta información permitió reconocer la configuración física, biótica y antrópica del territorio, así como los principales elementos que estructuran el paisaje dentro de la RE.

B. **Delimitación de unidades de paisaje.**

Mediante la superposición de variables como topoformas, pendiente, cobertura vegetal, uso de suelo, hidrología, asentamientos e infraestructura existente, se delimitaron unidades de paisaje con características relativamente homogéneas.

Las unidades de paisaje se definieron en función de su configuración geomorfológica, cobertura dominante, grado de transformación, exposición visual y relación con el trazo del Proyecto. La delimitación de estas unidades permite organizar el análisis del paisaje y comparar sectores con distinta calidad escénica y fragilidad.

Como resultado final se obtuvieron cuatro unidades de Paisaje (UP) como se observa en la Figuras III-62 y III-63.

FIGURA III-62 IMAGEN QUE MUESTRA LAS UNIDADES DE PAISAJE DENTRO DE LA RE

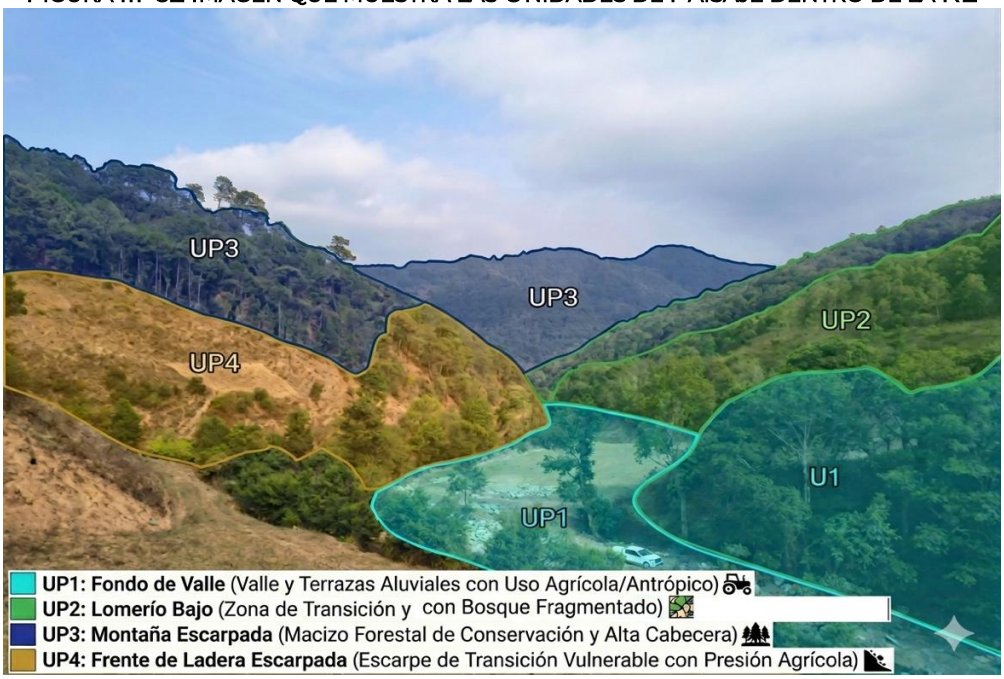
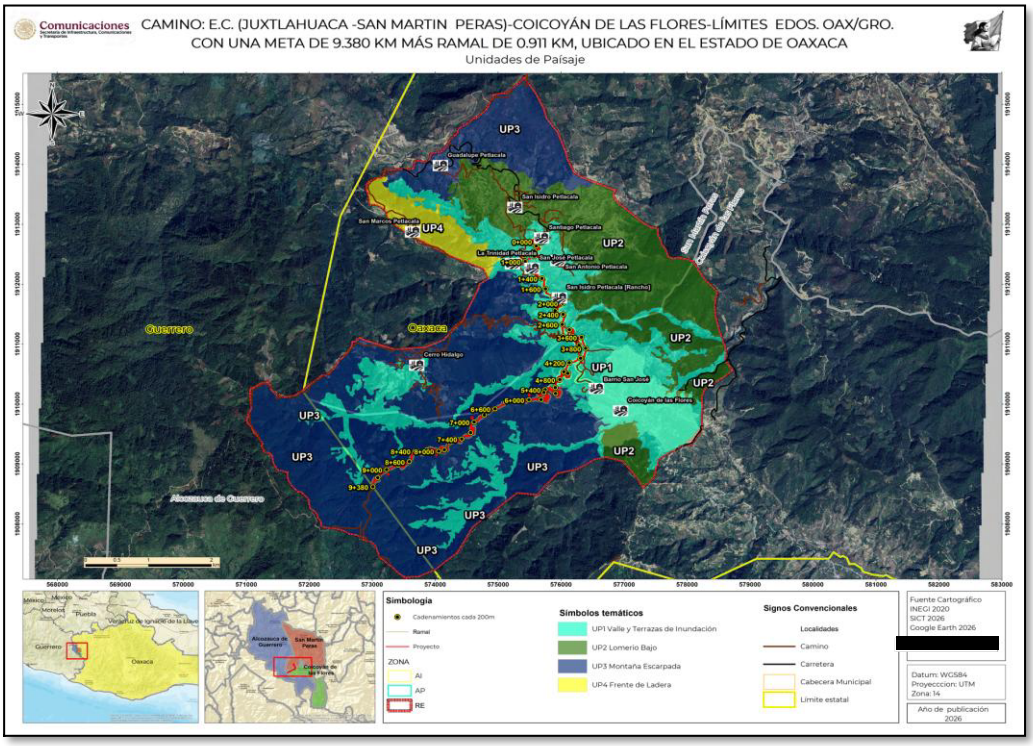


FIGURA III-63MAPA DE LAS UP EN LA RE



C. Variables consideradas

Para cada unidad de paisaje se analizaron las siguientes variables:

- Relieve y topoforma, considerando formas dominantes, contraste y disección del terreno.
- Pendiente, en relación con la expresividad del relieve, procesos erosivos, estabilidad y visibilidad.
- Cobertura vegetal y uso de suelo, considerando la proporción de vegetación nativa, vegetación secundaria, áreas agropecuarias, asentamientos e infraestructura.
- Integridad ecológica, entendida como el grado de conservación, continuidad y funcionalidad de la cobertura natural.
- Visibilidad y horizonte escénico, considerando amplitud de vistas, profundidad visual, exposición desde caminos y localidades, y presencia de elementos dominantes.
- Grado de transformación antrópica, asociado a agricultura, pastoreo, asentamientos, caminos, brechas, infraestructura y otras actividades humanas.

D. Valoración cualitativa y asignación de puntajes

Cada variable se calificó mediante una escala ordinal de 1 a 5, donde:

1 = Muy baja
2 = Baja
3 = Media
4 = Alta
5 = Muy alta

Con base en esta escala se evaluaron dos dimensiones principales:

- **Calidad escénica intrínseca**, entendida como el valor visual del paisaje derivado de la combinación entre relieve, pendiente, cobertura vegetal, naturalidad, diversidad, presencia de agua, horizonte visual y elementos singulares.
- **Fragilidad del paisaje**, entendida como la susceptibilidad del paisaje a perder calidad visual o ecológica ante desmontes, cortes, taludes, terraplenes, ampliación de caminos, cambios de uso de suelo u otras intervenciones.

E. Integración de la matriz de valoración

Con base en los modelos de Aguiló (1981), Aramburu (1994) y Montoya et al. (2003), se integró una matriz de valoración para las unidades de paisaje identificadas dentro de la RE.

La matriz considera que los paisajes con relieve pronunciado, vegetación continua, presencia de elementos hídricos y baja transformación antrópica tienden a presentar mayor calidad escénica y mayor fragilidad. En contraste, los paisajes transformados por actividades agropecuarias, asentamientos o infraestructura suelen presentar menor calidad escénica, aunque pueden mantener fragilidad visual alta cuando se ubican en zonas abiertas, fondos de valle, laderas expuestas o áreas visibles desde caminos y localidades.

a. Cruce con el trazo del Proyecto

Finalmente, se realizó el cruce espacial entre el AP y las unidades de paisaje identificadas, con el fin de determinar qué unidades serán atravesadas o influenciadas por el Proyecto, así como su sensibilidad paisajística.

Este análisis permite identificar los sectores donde la obra podría generar mayor incidencia visual y orientar medidas de prevención, mitigación y restauración, particularmente en cortes, taludes, terraplenes, áreas de desmonte, zonas con vegetación remanente y sitios visibles desde localidades o caminos.

III.1.2.3 Valoración las Unidades de Paisaje de la RE

III.1.2.3.1 Unidades de paisaje y su descripción

Con base en el análisis de curvas de nivel y de topoformas se encuentra que la RE del proyecto está dominada por dos grandes las siguientes unidades de paisaje, dentro de la RE se identificaron cuatro unidades de paisaje: UP1 Valle y terrazas de inundación, UP2 Lomerío bajo, UP3 Montaña escarpada y UP4 Frente de ladera.

1) **UP1. Valle y terrazas de inundación (matriz agrícola)**



La UP1 corresponde a las zonas de menor altitud relativa dentro de la RE y de menor complejidad topográfica, asociadas a fondos de valle, terrazas aluviales, cauces y áreas de acumulación. Esta unidad presenta una configuración más abierta en comparación con las unidades serranas, por lo que tiene una mayor exposición visual desde caminos, localidades y laderas circundantes. Está asociada a la agricultura de temporal, y concentra la mayor transformación antrópica dentro de la RE. Su calidad escénica es baja a moderada, pero su exposición visual puede ser alta, debido a que se trata de espacios abiertos y perceptibles desde. caminos, localidades y laderas cercana, su fragilidad visual es alta, ya que cualquier modificación en el terreno, ampliación vial, terraplén o intervención en cauces y terrazas puede ser fácilmente perceptible desde distintos puntos de observación

2) **UP2. Lomerío bajo**.

La UP2 está integrada por lomeríos de pendiente moderada y relieve ondulado, ubicados principalmente en zonas intermedias entre los fondos de valle y las áreas de montaña. Esta unidad presenta una combinación de coberturas vegetales, áreas abiertas, usos agropecuarios y zonas con vegetación secundaria o remanente, como son terrenos con presencia de pastizal inducido, agricultura de temporal y parches de vegetación secundaria.



Desde el punto de vista visual, el lomerío bajo genera un paisaje de transición, con variación de planos, pendientes y texturas. Su calidad escénica es media, debido al contraste entre áreas transformadas y elementos de vegetación. La fragilidad visual puede considerarse media, ya que el relieve ondulado y la vegetación funcionan parcialmente como pantallas visuales; no obstante, los desmontes, cortes o apertura de nuevos taludes pueden volverse perceptibles en laderas expuestas.

3) **UP3. Montaña escarpada**

La UP3 constituye la unidad de mayor extensión y dominancia visual dentro de la RE. Está asociada a zonas de relieve abrupto, pendientes fuertes, crestas, laderas altas y sectores con mayor continuidad de cobertura vegetal. Esta unidad funciona como fondo escénico del paisaje regional y estructura visualmente la mayor parte del territorio.



Por sus características geomorfológicas y de cobertura, la UP3 presenta la mayor calidad escénica dentro de la RE. La combinación de pendientes pronunciadas, vegetación forestal, amplitud del horizonte y baja transformación relativa le confiere un alto valor paisajístico y ecológico. No obstante, también presenta alta fragilidad, ya que cualquier desmonte, corte, terraplén o apertura de infraestructura lineal puede generar cicatrices visibles y procesos de deterioro difíciles de revertir.

4) UP4. Frente de ladera

La UP4 corresponde a una unidad de transición abrupta entre zonas de valle, lomerío y montaña. Se caracteriza por laderas expuestas, cambios marcados de pendiente y una posición visualmente relevante dentro de la RE. Esta unidad funciona como un frente escénico, ya que sus superficies inclinadas pueden ser observadas desde localidades, caminos y sectores abiertos del valle.



Su calidad escénica es alta por el contraste que genera entre las superficies bajas y las laderas más pronunciadas. Sin embargo, su fragilidad visual también es alta, debido a que cualquier intervención sobre la ladera, como cortes, taludes, despalmes o pérdida de vegetación, puede ser ampliamente visible. Por esta razón, las obras que incidan en esta unidad deberán considerar medidas de manejo paisajístico, revegetación y estabilización de taludes.

Las laderas escarpadas presentan un relieve abrupto y muy expresivo, lo que les otorga un valor escénico alto. La Sierra Compleja mantiene un relieve variado con lomeríos y cañadas que también aportan atractivo visual, aunque con menor intensidad que las laderas volcánicas.

Por ello, las topoformas más representativas de la RE concentran valores visuales altos debido a su diversidad morfológica y su capacidad para generar perspectivas amplias.

Con base en el cruce espacial entre el AP, el uso de suelo y vegetación, y las topoformas de la RE, se observa que el Proyecto incide principalmente sobre una matriz de agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. En menor proporción, el AP intersecta áreas de bosque de pino-encino.

Desde el punto de vista geomorfológico, la mayor parte del AP se ubica sobre la topoforma de sierra alta compleja, seguida por la sierra de cumbres tendidas. Esta condición confirma que el Proyecto se inserta en un paisaje serrano, con secciones de relieve complejo, laderas, zonas agrícolas y vegetación forestal remanente.

La combinación de matriz agrícola, vegetación secundaria y bosque de pino-encino permite reconocer que el paisaje del AP presenta un grado de transformación antrópica previo, aunque conserva elementos de valor escénico y ecológico asociados a la cobertura forestal y al relieve serrano. Por ello, la valoración paisajística deberá considerar tanto las áreas ya intervenidas como los sectores con mayor fragilidad visual y ambiental.

III.1.2.3.2 Matriz de valoración intrínseca del paisaje en la RE

Con el propósito de identificar diferenciar la calidad escénica y fragilidad ante el cambio de uso de suelo y efectos por el desarrollo del del proyecto carretero, se definieron las unidades de paisaje de la RE (Cuadro III-96).

La valoración anterior permite reconocer que las unidades de mayor calidad escénica corresponden a la montaña escarpada y los frentes de ladera, debido a su relieve, exposición visual y presencia de vegetación forestal. En contraste, las unidades de valle y lomerío bajo presentan mayor transformación antrópica, aunque mantienen importancia paisajística por su relación con las localidades, terrazas agrícolas, caminos y cauces.

En términos de fragilidad, las unidades con mayor sensibilidad corresponden a la montaña escarpada, los frentes de ladera y los valles abiertos, ya que en ellas las obras lineales, cortes, taludes, terraplenes o desmontes pueden ser fácilmente perceptibles y modificar la continuidad visual del paisaje.

CUADRO III-92VALORACIÓN INTRÍNSECA DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DE LA RE.

Unidad de paisaje	Relieve / topoforma	Pendiente	Cobertura y uso del suelo	Integridad ecológica	Visibilidad / horizonte escénico	Grado de transformación antrópica	Calidad escénica	Fragilidad del paisaje
UP-1. Valle y terrazas de inundación	Fondos de valle, terrazas aluviales y zonas de acumulación asociadas a cauces y áreas de ocupación rural.	Plana a suavemente ondulada.	Agricultura de temporal anual, asentamientos humanos, caminos locales y relictos de vegetación secundaria o riparia.	Baja. La cobertura natural se encuentra fragmentada y restringida principalmente a márgenes de cauces o áreas no cultivadas.	Alta exposición visual. Corresponde a espacios abiertos perceptibles desde caminos, localidades y laderas circundantes.	Alto. Predominan actividades agropecuarias, asentamientos e infraestructura local.	**2. Baja a moderada.** Aunque presenta transformación antrópica, conserva valor paisajístico cultural asociado al valle, las terrazas agrícolas y la relación con los cauces.	**4. Alta.** Su configuración abierta incrementa la exposición visual de cualquier intervención, particularmente terraplenes, ampliaciones viales, obras de drenaje o modificaciones en cauces y terrazas.
UP-2. Lomerío bajo	Relieve ondulado o disectado, con laderas de pendiente moderada y transición entre valle y montaña.	Moderada a fuerte.	Mosaico de pastizal inducido, agricultura de temporal, vegetación secundaria y parches de bosque de pino-encino o vegetación forestal remanente.	Moderada. Coexisten coberturas transformadas con parches de vegetación nativa o secundaria, lo que mantiene cierta funcionalidad ecológica y visual.	Visibilidad intermedia. El relieve ondulado genera planos sucesivos y pantallas visuales parciales.	Moderado a alto. Presenta fragmentación por actividades agropecuarias, caminos y cambios de cobertura.	**3. Moderada.** El mosaico entre vegetación, lomeríos y áreas abiertas aporta diversidad visual, aunque con evidencia de transformación.	**3. Media.** La rugosidad del relieve y la vegetación permiten cierta absorción visual; sin embargo, cortes, desmontes o taludes en laderas expuestas pueden ser perceptibles.
UP-3. Montaña escarpada	Relieve serrano abrupto, con laderas fuertes, crestas, parteaguas y zonas altas.	Fuerte a muy fuerte.	Bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y vegetación secundaria	Alta. Presenta mayor continuidad de cobertura forestal y menor transformación relativa en comparación con	Muy alta. Funciona como fondo escénico dominante y elemento estructurador del paisaje regional.	Bajo a moderado. La transformación es menor, aunque existen presiones por caminos, aprovechamiento forestal, apertura de claros y actividades locales.	**5. Muy alta.** Su relieve, continuidad vegetal, amplitud visual y función como fondo escénico le confieren el mayor valor	**5. Muy alta.** La pendiente, exposición visual y lenta recuperación de la cobertura hacen que cualquier corte, desmonte o apertura de

Unidad de paisaje	Relieve / topoforma	Pendiente	Cobertura y uso del suelo	Integridad ecológica	Visibilidad / horizonte escénico	Grado de transformación antrópica	Calidad escénica	Fragilidad del paisaje
			asociada a bosque mesófilo de montaña.	las unidades de valle y lomerío.			paisajístico de la RE.	taludes pueda generar cicatrices visibles y pérdida de continuidad paisajística.
UP-4. Frente de ladera	Laderas de transición o frentes estructurales entre valle, lomerío y montaña.	Fuerte a muy fuerte.	Agricultura de temporal en zonas bajas y accesibles; vegetación secundaria arbustiva y cobertura forestal remanente en sectores altos o menos intervenidos.	Moderada a baja. Presenta presión por desmonte, apertura de áreas agropecuarias y pérdida de continuidad vegetal en zonas accesibles.	Alta. Las laderas funcionan como pantallas visuales expuestas hacia valles, caminos y localidades.	Moderado. La modificación se concentra en zonas accesibles, con vegetación remanente en sectores abruptos.	**4. Alta.** El contraste entre valle, ladera y cobertura vegetal genera un frente escénico de alta relevancia visual.	**4. Alta.** Por su pendiente y exposición, cualquier intervención sobre la ladera, como cortes, taludes, despalmes o pérdida de vegetación, puede ser ampliamente visible.

III.1.2.3.3 Valor de uso de suelo en la RE

La valoración intrínseca por tipo de uso de suelo y vegetación permite reconocer el aporte paisajístico de cada cobertura dentro de la RE, considerando su naturalidad, estructura, continuidad, grado de transformación y función ecológica.

Las coberturas forestales, particularmente el bosque de pino-encino y las áreas con vegetación secundaria asociada a bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino, presentan los valores intrínsecos más altos, debido a que conservan elementos de naturalidad, estructura vegetal, continuidad ecológica y valor escénico dentro del paisaje serrano.

En contraste, las áreas agrícolas, los pastizales inducidos y los asentamientos humanos presentan valores menores, debido a su mayor grado de transformación antrópica. No obstante, estas coberturas también forman parte del paisaje cultural de la RE, especialmente en los valles, terrazas, lomeríos y zonas de ocupación comunitaria.

CUADRO III-93VALORACIÓN INTRÍNSECA POR TIPO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA RE.

Tipo de cobertura / uso de suelo	Superficie aproximada (ha)	Porcentaje aproximado (%)	Valor intrínseco	Justificación
Bosque de pino-encino	627.91	20.18	5	Cobertura forestal con alto valor ecológico y escénico; mantiene estructura arbórea, continuidad vegetal y función como elemento dominante del paisaje serrano.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	454.89	14.62	4	Cobertura secundaria asociada a ecosistemas de alta importancia ecológica; aunque presenta disturbio previo, conserva elementos de naturalidad, humedad, estructura vegetal y valor paisajístico.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	737.08	23.68	4	Cobertura secundaria con presencia de elementos forestales nativos; mantiene valor escénico y funcionalidad ecológica, aunque con evidencia de perturbación o regeneración secundaria.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.08	<0.01	4	Cobertura de presencia muy reducida dentro de la RE; conserva valor natural por su asociación forestal, aunque su representación superficial es mínima.
Pastizal inducido	274.12	8.81	3	Cobertura simplificada derivada de disturbios o manejo agropecuario; presenta menor naturalidad que las coberturas forestales, pero puede conservar elementos dispersos de vegetación nativa y cierto potencial de restauración.
Agricultura de temporal anual	975.84	31.35	1	Uso antrópico dominante en varias zonas de la RE; presenta alta transformación de la cobertura original, pérdida de estructura vegetal natural y valor escénico bajo,

Tipo de cobertura / uso de suelo	Superficie aproximada (ha)	Porcentaje aproximado (%)	Valor intrínseco	Justificación
				aunque mantiene valor cultural y productivo local.
Asentamientos humanos	42.39	1.36	0	Áreas altamente transformadas por ocupación humana e infraestructura; presentan valor natural intrínseco muy bajo o nulo, aunque forman parte del paisaje cultural y comunitario de la RE.
Total	3,112.31	100.00	—	—

La RE presenta una matriz paisajística heterogénea, en la que coexisten coberturas forestales de alto valor escénico con áreas agrícolas, pastizales inducidos y asentamientos humanos. Esta condición evidencia un paisaje serrano parcialmente transformado, pero con elementos relevantes de naturalidad, continuidad vegetal y valor visual, especialmente en las zonas con bosque de pino-encino y vegetación secundaria asociada a bosque mesófilo de montaña.

III.1.2.3.4 Valor intrínseco por pendiente en la RE

La pendiente constituye una variable relevante para la valoración del paisaje, ya que influye directamente en la expresividad del relieve, la amplitud visual, la profundidad de los planos escénicos y la fragilidad del territorio ante procesos erosivos o intervenciones antrópicas.

En términos generales, las pendientes fuertes y muy fuertes generan paisajes de mayor dinamismo visual, debido a la presencia de laderas, crestas, barrancas, cambios de plano, sombras y contrastes topográficos. Por ello, suelen presentar un valor intrínseco elevado desde el punto de vista escénico. No obstante, estas mismas condiciones también incrementan la fragilidad del paisaje, ya que cualquier corte, desmonte, talud o apertura de infraestructura lineal puede hacerse visible y modificar de manera significativa la continuidad visual del terreno.

Las pendientes medias aportan variedad escénica y permiten la formación de planos intermedios, lomeríos y frentes de ladera, por lo que mantienen un valor paisajístico relevante, aunque menor que el de las zonas más abruptas. En contraste, las pendientes suaves o casi planas, asociadas a fondos de valle, terrazas o superficies agrícolas, presentan menor expresividad geomorfológica, aunque pueden tener alta exposición visual por tratarse de áreas abiertas y perceptibles desde caminos, localidades o laderas circundantes.

CUADRO III-94VALORACIÓN INTRÍNSECA POR RANGOS DE PENDIENTE EN LA RE.

Rango de pendiente	Descripción	Valor intrínseco	Justificación
> 30°	Pendientes muy fuertes a escarpadas, asociadas a laderas abruptas, crestas, barrancas o montaña escarpada.	5	Generan alta verticalidad, profundidad visual, contrastes topográficos y gran dinamismo escénico. Presentan alto valor paisajístico, aunque también elevada fragilidad ante cortes, desmontes o apertura de taludes.
15–30°	Pendientes fuertes a moderadamente fuertes, asociadas a frentes de ladera, laderas estructurales o transición entre valle y montaña.	4	Aportan variedad de planos, sombras, textura y contraste visual. Suelen tener alta visibilidad y sensibilidad ante intervenciones, especialmente en laderas expuestas.
6–15°	Pendientes moderadas, vinculadas con lomeríos, piedemontes o relieves ondulados.	3	Presentan valor escénico medio por su relieve ondulado y diversidad de planos. Tienen cierta capacidad de absorción visual cuando existe cobertura vegetal, aunque los desmontes o cortes pueden ser perceptibles.
0–6°	Pendientes suaves a casi planas, asociadas a fondos de valle, terrazas, planicies locales o superficies agrícolas.	2	Tienen menor expresividad geomorfológica, pero pueden presentar alta exposición visual por su apertura y relación con caminos, localidades y áreas agrícolas.

III.1.2.3.5 Valoración por integridad ecológica

La integridad ecológica se valoró con base en el grado de conservación de la estructura vegetal, la continuidad de la cobertura, la presencia de elementos nativos, el nivel de transformación antrópica y la distribución espacial del índice de impacto humano dentro de la RE.

De acuerdo con la cobertura de uso de suelo y vegetación, las áreas con bosque de pino-encino y vegetación secundaria asociada a bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino conservan los mayores valores ecológicos y paisajísticos. No obstante, el índice de impacto humano en la RE presenta una presión antrópica heterogénea, con valores medios y altos en torno a localidades, caminos, áreas agrícolas y sectores asociados al trazo del Proyecto. Por ello, la integridad ecológica debe interpretarse de manera diferenciada, considerando tanto la cobertura vegetal como el grado de presión humana.

Las coberturas forestales mantienen mayor integridad relativa cuando presentan continuidad, estructura vegetal y menor intervención. En cambio, las áreas agrícolas, pastizales inducidos, asentamientos humanos, caminos y zonas con alto impacto humano presentan menor integridad ecológica debido a la simplificación de la cobertura, pérdida de estructura vegetal, fragmentación y uso recurrente del territorio.

CUADRO III-95VALORACIÓN INTRÍNSECA SEGÚN INTEGRIDAD ECOLÓGICA EN LA RE.

Cobertura / condición	Valor intrínseco	Justificación
Bosque de pino-encino con continuidad de cobertura y bajo impacto humano	5	Presenta la mayor integridad ecológica relativa dentro de la RE, al conservar estructura arbórea, elementos nativos, continuidad de cobertura, función de hábitat y valor como componente dominante del paisaje serrano.
Bosque de pino-encino o vegetación forestal en zonas con presión antrópica media	4	Mantiene valor ecológico y paisajístico alto, aunque con evidencia de presión por caminos, extracción, apertura de claros o proximidad a localidades y áreas agropecuarias.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	4	Aunque corresponde a una condición secundaria, conserva elementos de alta importancia ecológica, humedad ambiental, estructura vegetal y potencial de regeneración; contribuye a la conectividad y protección de laderas.
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	3–4	Conserva componentes nativos y funcionalidad ecológica parcial, aunque muestra disturbio previo, regeneración secundaria y presión antrópica variable. Su valor depende de la continuidad de la cobertura y del grado de impacto humano.
Pastizal inducido	2	Cobertura simplificada asociada a disturbio o uso agropecuario, con pérdida de estructura vegetal original y dominancia de herbáceas o gramíneas; conserva menor integridad ecológica, aunque puede mantener potencial de restauración.
Agricultura de temporal anual	1	Uso antrópico con transformación recurrente del suelo y sustitución de la cobertura original; presenta baja integridad ecológica, aunque forma parte del paisaje productivo y cultural local.
Asentamientos humanos, caminos e infraestructura	0–1	Áreas altamente transformadas por ocupación humana, caminos, edificaciones e infraestructura; presentan integridad ecológica natural muy baja o nula.

En conjunto, la integridad ecológica de la RE es heterogénea. Las mayores condiciones de integridad se asocian a coberturas forestales continuas y zonas de menor impacto humano, mientras que las áreas agrícolas, asentamientos, caminos y sectores con presión antrópica media o alta presentan menor integridad. Esta lectura permite reconocer que el valor ecológico del paisaje no depende únicamente del tipo de vegetación, sino también de su continuidad, grado de fragmentación y exposición a actividades humanas.

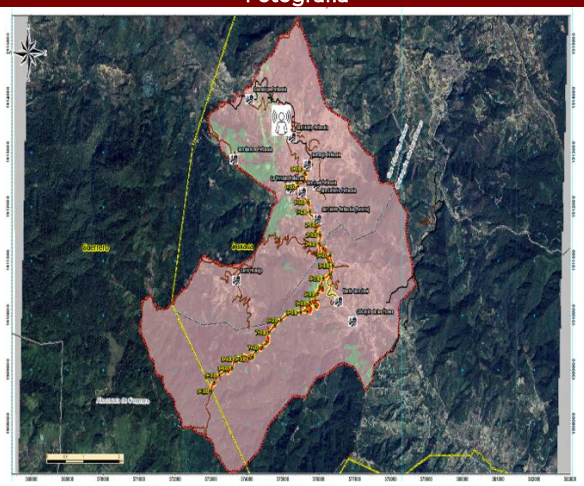
III.1.2.3.6 Valoración por visibilidad y horizonte escénico en la RE

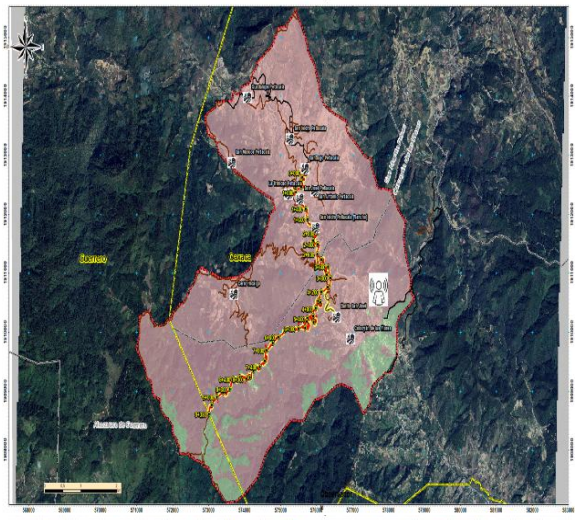
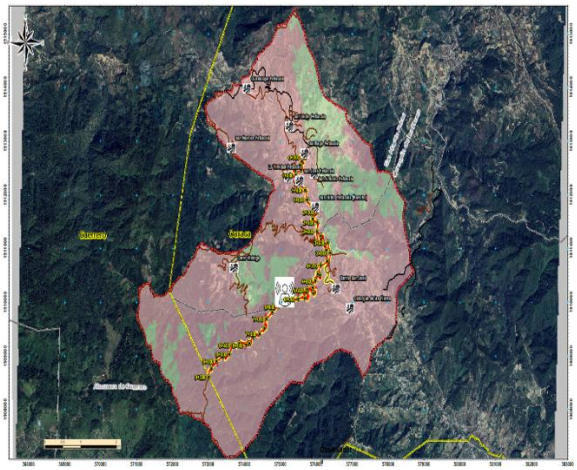
La visibilidad del paisaje se valoró considerando la exposición de cada unidad de paisaje desde puntos de observación relevantes, tales como caminos, localidades, laderas, zonas altas y el propio eje del Proyecto. Esta variable permite reconocer qué sectores del territorio son más perceptibles visualmente y cuáles cuentan con mayor

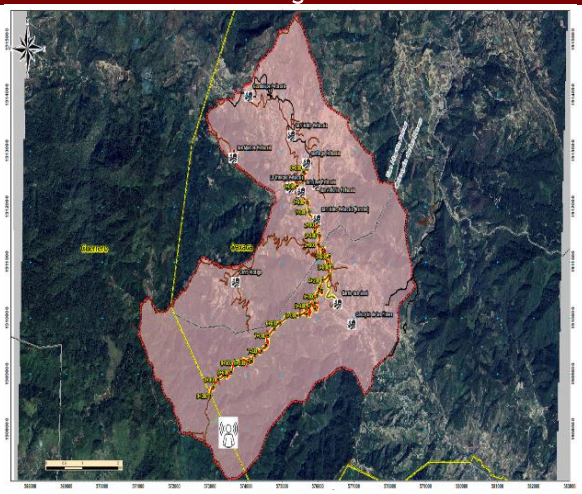
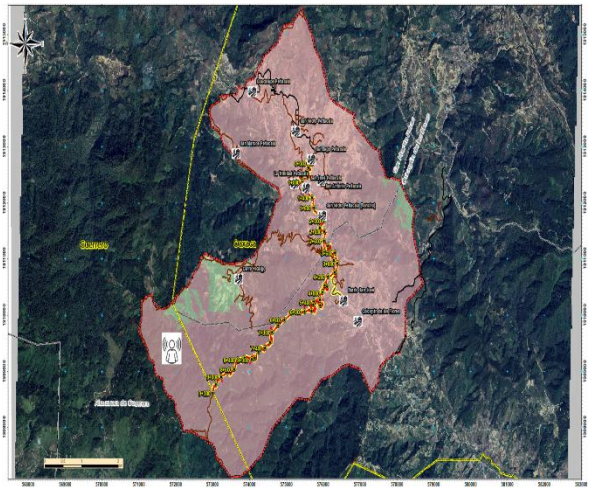
capacidad de absorción o amortiguamiento por efecto del relieve, la cobertura vegetal o la configuración de cañadas y lomeríos (Cuadro III-96).

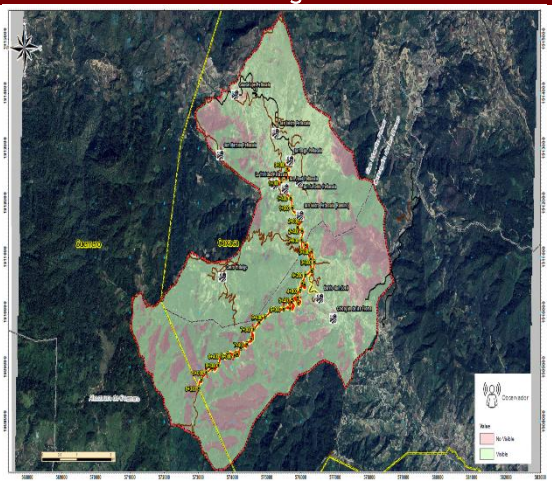
En la RE, la visibilidad se encuentra condicionada por el relieve serrano, la presencia de fondos de valle, frentes de ladera, lomeríos, cañadas y zonas de montaña escarpada. Los valles y terrazas presentan alta exposición visual debido a su configuración abierta y a la presencia de localidades, caminos y áreas agrícolas. En contraste, los lomeríos y cañadas pueden generar pantallas visuales intermitentes, reduciendo parcialmente la percepción de algunas obras. Las montañas escarpadas y frentes de ladera, por su posición y pendiente, funcionan como elementos dominantes del paisaje y pueden presentar alta visibilidad, especialmente cuando las intervenciones se ubican en laderas expuestas.

CUADRO III-96 INTERPRETACIÓN DE VISIBILIDAD POR PUNTO DE OBSERVACIÓN DENTRO DE LA RE.

PO	Interpretación de visibilidad	Fotografía
Observador en la zona norte de la RE	La configuración ondulada del relieve, asociada principalmente al lomerío bajo, genera pantallas visuales intermitentes. Esta condición fragmenta la percepción del paisaje y limita la visibilidad continua del trazo del Proyecto, por lo que las obras podrían percibirse sólo en tramos específicos o desde puntos abiertos.	

PO	Interpretación de visibilidad	Fotografía
Observador en la zona noreste de la RE	El relieve funciona como una barrera visual parcial que absorbe gran parte de la perspectiva hacia el área del Proyecto. Las obras podrían ser visibles únicamente desde puntos específicos de laderas opuestas o sectores elevados, reduciendo el impacto visual acumulativo en este flanco.	
Observador en la zona centro de la RE	La configuración del relieve genera una cuenca visual semicerrada, donde la visibilidad se concentra hacia el eje del valle, las laderas inmediatas y los corredores de acceso. En esta zona, la percepción del Proyecto dependerá de la posición del observador y de la presencia de barreras topográficas o vegetación.	

PO	Interpretación de visibilidad	Fotografia
Observador en la zona sur de la RE	La visibilidad del Proyecto tiende a ser principalmente local y de primer plano, especialmente para quienes transitan por el propio corredor o se ubican en puntos cercanos al trazo. La percepción de las obras será más evidente en sectores con cortes, taludes, terraplenes o pérdida de cobertura vegetal.	
Observador en la zona suroeste de la RE	Los filos, crestas y laderas de la montaña escarpada funcionan como barreras topográficas naturales, reduciendo la visibilidad del Proyecto desde sectores más elevados o remotos del sur y suroeste. En consecuencia, la percepción de las obras desde esta zona será limitada y dependerá de ventanas visuales específicas.	

PO	Interpretación de visibilidad	Fotografía
Observador ubicado sobre el eje del Proyecto	Desde el propio eje del Proyecto, la visibilidad de las intervenciones será alta, debido a la cercanía del observador con cortes, taludes, terraplenes, obras de drenaje y modificaciones del camino. En los tramos ubicados sobre laderas expuestas o zonas altas sin barreras topográficas inmediatas, será necesario cuidar el manejo visual de taludes y superficies intervenidas, ya que podrían ser perceptibles desde asentamientos cercanos como La Trinidad Petlacala, San José Petlacala y Santiago Petlacala.	

El análisis de visibilidad permitió reconocer que el **Proyecto tendrá una incidencia visual diferenciada según la unidad de paisaje**. En los sectores de valle y terrazas, las obras serán perceptibles principalmente desde localidades, caminos y áreas abiertas. En las zonas de lomerío, la visibilidad será intermitente debido al relieve ondulado. En los frentes de ladera y zonas de montaña, la exposición visual puede ser mayor, por lo que los cortes, taludes y terraplenes deberán manejarse con especial cuidado paisajístico (**Cuadro III-97**).

CUADRO III-97VALORACIÓN INTRÍNSECA POR VISIBILIDAD Y HORIZONTE ESCÉNICO EN LA RE.

Unidad / condición visual	Valor intrínseco	Justificación
UP-3. Montaña escarpada	**5**	Presenta alta dominancia visual por su relieve abrupto, laderas pronunciadas, crestas y función como fondo escénico de la RE. Ofrece horizontes amplios y vistas profundas, por lo que constituye la unidad de mayor valor visual. No obstante, su exposición incrementa la sensibilidad ante cortes, desmontes o taludes visibles.
UP-4. Frente de ladera	**4**	Funciona como una pantalla visual expuesta hacia valles, caminos y localidades. Su contraste entre ladera, vegetación remanente y zonas abiertas le confiere alto valor escénico. Cualquier intervención sobre la ladera puede ser fácilmente perceptible.
UP-2. Lomerío bajo	**3**	Presenta visibilidad media e intermitente. El relieve ondulado genera planos sucesivos, cambios de perspectiva y pantallas visuales parciales, lo que permite cierta capacidad de absorción visual. Su valor escénico es moderado por el mosaico de vegetación secundaria, pastizales, agricultura y lomeríos.
UP-1. Valle y terrazas de inundación	**2–3**	Presenta alta exposición visual por su configuración abierta y relación con localidades, caminos, áreas agrícolas y cauces. Sin embargo, su valor escénico intrínseco es menor debido al mayor grado de transformación antrópica. Puede alcanzar valor medio cuando conserva relación visual con ríos, terrazas agrícolas, vegetación riparia o elementos culturales del paisaje.

En síntesis, la mayor valoración visual corresponde a las unidades serranas y de ladera, debido a su dominancia escénica, amplitud visual y contraste topográfico. Los valles y terrazas, aunque presentan alta exposición visual, tienen menor calidad escénica relativa por su mayor transformación; sin embargo, son sensibles a modificaciones por tratarse de espacios abiertos y vinculados directamente con la percepción cotidiana de las localidades.

III.1.2.3.7 Valoración por transformación antrópica

La transformación antrópica se valoró considerando el grado de modificación del paisaje por actividades humanas, incluyendo agricultura de temporal, pastizal inducido, asentamientos, caminos, brechas, infraestructura, apertura de claros, aprovechamiento forestal y presión asociada a la dispersión de localidades y viviendas.

A diferencia de los criterios de calidad escénica o naturalidad, en este caso los valores más altos indican mayor grado de transformación humana del paisaje. Por ello, una unidad con valor alto en transformación antrópica no representa mayor calidad paisajística, sino mayor presión sobre sus componentes naturales y visuales.

Dentro de la RE, las áreas con mayor transformación se asocian principalmente con los valles, terrazas agrícolas, asentamientos humanos, caminos y zonas de actividad agropecuaria. En contraste, las zonas de montaña escarpada y sectores forestales con menor accesibilidad conservan menores niveles relativos de transformación, aunque no están exentas de presión por caminos, extracción de madera, apertura de claros y aprovechamiento de recursos naturales.

CUADRO III-98VALORACIÓN POR GRADO DE TRANSFORMACIÓN ANTRÓPICA EN LA RE.

Unidad / área	Valor de transformación antrópica	Justificación
UP-1. Valle, terrazas de inundación y matriz agrícola	**5**	Presenta el mayor grado de transformación, asociado a agricultura de temporal, asentamientos humanos, caminos locales, infraestructura, áreas abiertas y modificación recurrente de la cobertura original.
UP-2. Lomerío bajo y mosaico agropecuario	**4**	Presenta transformación alta por pastizal inducido, agricultura, caminos, brechas, apertura de claros y fragmentación de la cobertura vegetal. Aunque mantiene parches de vegetación secundaria o forestal, la matriz muestra presión antrópica importante.
UP-4. Frente de ladera	**3–4**	Presenta transformación moderada a alta, principalmente en zonas accesibles, bases de ladera y áreas de transición con agricultura o caminos. La presión humana se concentra en sectores puntuales, mientras que las porciones más abruptas conservan vegetación remanente.

UP-3. Montaña escarpada y sierra forestal	**2–3**	Presenta menor transformación relativa por sus limitantes de pendiente y accesibilidad; sin embargo, existen presiones asociadas a caminos, aprovechamiento forestal, extracción de madera, apertura de claros y usos locales, por lo que no debe considerarse una unidad sin intervención.

En conjunto, la RE presenta una transformación antrópica heterogénea. Las zonas de valle, terrazas y lomeríos concentran la mayor presión humana por agricultura, asentamientos e infraestructura; mientras que las áreas serranas y frentes de ladera mantienen mayor cobertura vegetal, aunque con presiones puntuales que inciden en la fragmentación y en la pérdida gradual de integridad del paisaje.

III.1.2.4 Valoración definitiva de las unidades de paisajes de RE

La **UP-2** Lomerío Bajo con vegetación de pastizal inducido con parches de Bosque de Pin-Encino y Bosque Mesófilo; el paisaje muestra un proceso activo de avance de la frontera pecuaria, pero aún retiene estructura forestal. Zona amortiguadora de **vulnerabilidad moderada a la erosión hídrica.**

- Calidad Escénica: Moderada. Ofrece una configuración visual de un relieve ondulado y al "mosaico" que se genera entre los pastizales a y los parches de bosque verde.

- Fragilidad Visual: Moderada a Baja. Las ondulaciones de los lomeríos y la presencia de vegetación arbustiva y arbórea actúan como pantallas visuales naturales. Es un terreno rugoso que permite "absorber" o mimetizar intervenciones humanas (como caminos o pequeñas construcciones) aprovechando las depresiones del relieve y la cobertura forestal.

La UP-3 Montaña escarpada tiene una vegetación de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña, con un grado de transformación muy bajo las limitantes físicas del relieve han funcionado como una barrera natural contra el impacto humano. Es una zona de Alta Fragilidad Ambiental y Valor Ecológico Crítico. Funciona como el motor de servicios ambientales del sistema (recarga de acuíferos, retención de suelo y refugio de fauna). Cualquier intervención aquí detonaría procesos de remoción en masa (deslaves) y pérdida severa de biodiversidad. Debe catalogarse como zona de preservación estricta.

- Calidad Escénica: Muy Alta (Criterio Sobresaliente). Es el elemento dominante del paisaje. Las grandes pendientes, las crestas perimetrales y la cobertura densa y continua de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo le otorgan un alto valor estético, naturalidad y vistosidad. Actúa como el fondo escénico o "telón de fondo" de toda la región.
- Fragilidad Visual: Extrema (Muy Alta). Presenta una dualidad crítica: Por su pendiente y exposición, cualquier cicatriz en el terreno (como el trazo de un camino minero o una carretera) rompe drásticamente las líneas naturales del relieve y es visible a

kilómetros de distancia. Por su vegetación densa, tiene cierta capacidad de absorción a nivel de piso, pero debido a la inclinación de las laderas, el dosel forestal queda expuesto como una gran pantalla vertical. La capacidad de recuperación natural de la calidad escénica ante desmontes aquí es muy lenta debido a la pérdida de suelo por erosión.

La UP-4 Frente de ladera con Transición forzada entre agricultura de temporal en la base y vegetación secundaria arbustiva de bosque templado en las partes altas, la huella humana presenta impactos puntuales en sus zonas más accesibles. Al combinar fuertes pendientes (Relieve) con desmonte para agricultura o pastizal (Transformación), el suelo queda desnudo, convirtiendo a esta unidad en un punto crítico de riesgo por procesos de remoción en masa e intensa erosión laminar.

- Calidad Escénica: Alta. Funciona como una zona de transición o "quiebro" visual muy marcada en el noroccidente. Las laderas compactas y escarpadas llaman la atención del observador al contrastar con la horizontalidad del valle contiguo.
- Fragilidad Visual: Alta. Debido a su fuerte pendiente y orientación homogénea expuesta hacia el valle, cualquier alteración antrópica (como las manchas de agricultura de temporal.

CUADRO III-99 UNIDADES DE PAISAJE DENTRO DE LA RE

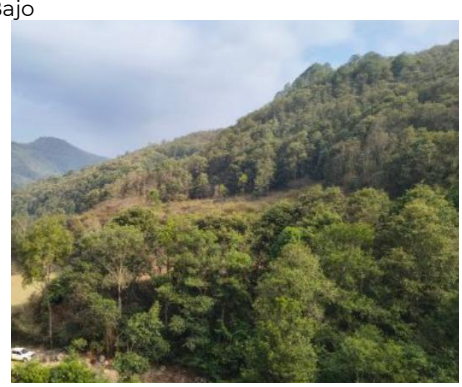
UP1 UP 1: Valle y Terrazas de inundación





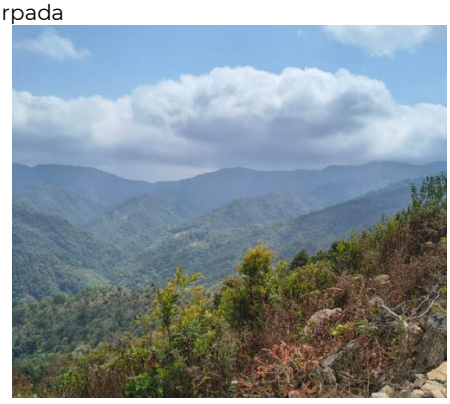
UP-2. Lomerío Bajo





UP-3. Montaña Escarpada





UP-4. Frente de ladera





CUADRO III-100MATRIZ INTEGRADA DE VALORACIÓN DE UNIDADES DE PAISAJE DE LA RE.

Unidad de paisaje	Relieve / topoforma	Pendiente	Cobertura y uso del suelo	Integridad ecológica	Visibilidad / horizonte escénico	Grado de transformación antrópica	Calidad escénica	Fragilidad del paisaje
UP-1. Valle y terrazas de inundación	Fondos de valle, terrazas aluviales y zonas de acumulación asociadas a cauces, áreas agrícolas y ocupación rural.	Plana a suavemente ondulada.	Agricultura de temporal anual, asentamientos humanos, caminos locales y relictos de vegetación secundaria o riparia.	**Baja.** La cobertura natural se encuentra fragmentada y restringida principalmente a márgenes de cauces, áreas no cultivadas o relictos de vegetación.	**Alta exposición visual.** Corresponde a espacios abiertos perceptibles desde caminos, localidades y laderas circundantes.	**Muy alto.** Predominan actividades agropecuarias, asentamientos, caminos e infraestructura local.	**2. Baja a moderada.** Aunque presenta transformación antrópica, conserva valor paisajístico cultural asociado al valle, terrazas agrícolas, cauces y ocupación comunitaria.	**4. Alta.** Su configuración abierta incrementa la exposición visual de cualquier intervención, particularmente terraplenes, ampliaciones viales, obras de drenaje o modificaciones en cauces y terrazas.
UP-2. Lomerío bajo	Relieve ondulado o disectado, con laderas de pendiente moderada y transición entre valle y montaña.	Moderada a fuerte.	Mosaico de pastizal inducido, agricultura de temporal, vegetación secundaria y parches de bosque de pino-encino o vegetación forestal remanente.	**Moderada.** Coexisten coberturas transformadas con parches de vegetación nativa o secundaria, lo que mantiene cierta funcionalidad ecológica y visual.	**Media e intermitente.** El relieve ondulado genera planos sucesivos, cambios de perspectiva y pantallas visuales parciales.	**Alto.** Presenta fragmentación por actividades agropecuarias, caminos, brechas, apertura de claros y cambios de cobertura.	**3. Moderada.** El mosaico entre vegetación, lomeríos y áreas abiertas aporta diversidad visual, aunque con evidencia de transformación.	**3. Media.** La rugosidad del relieve y la vegetación permiten cierta absorción visual; sin embargo, cortes, desmontes o taludes en laderas expuestas pueden ser perceptibles.
UP-3. Montaña escarpada	Relieve serrano abrupto, con laderas fuertes,	Fuerte a muy fuerte.	Bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de	**Alta a muy alta.** Presenta mayor continuidad de cobertura forestal y menor	**Muy alta.** Funciona como fondo escénico dominante,	**Bajo a moderado.** La transformación es menor por las limitantes del	**5. Muy alta.** Su relieve, continuidad vegetal, amplitud visual y	**5. Muy alta.** La pendiente, exposición visual y lenta recuperación de

Unidad de paisaje	Relieve / topoforma	Pendiente	Cobertura y uso del suelo	Integridad ecológica	Visibilidad / horizonte escénico	Grado de transformación antrópica	Calidad escénica	Fragilidad del paisaje
	crestas, parteaguas y zonas altas.		bosque de pino-encino y vegetación secundaria asociada a bosque mesófilo de montaña.	transformación relativa en comparación con las unidades de valle y lomerío, aunque con presiones puntuales.	hito visual y elemento estructurador del paisaje regional.	relieve y accesibilidad; no obstante, existen presiones por caminos, extracción de madera, apertura de claros y usos locales.	función como fondo escénico le confieren el mayor valor paisajístico de la RE.	la cobertura hacen que cualquier corte, desmonte o apertura de taludes pueda generar cicatrices visibles y pérdida de continuidad paisajística.
UP-4. Frente de ladera	Laderas de transición o frentes estructurales entre valle, lomerío y montaña.	Fuerte a muy fuerte.	Agricultura de temporal en zonas bajas y accesibles; vegetación secundaria arbustiva y cobertura forestal remanente en sectores altos o menos intervenidos.	**Moderada a baja.** Presenta presión por desmonte, apertura de áreas agropecuarias y pérdida de continuidad vegetal en zonas accesibles.	**Alta.** Las laderas funcionan como pantallas visuales expuestas hacia valles, caminos y localidades.	**Moderado a alto.** La modificación se concentra en zonas accesibles, bases de ladera y sectores de transición, con vegetación remanente en áreas abruptas.	**4. Alta.** El contraste entre valle, ladera y cobertura vegetal genera un frente escénico de alta relevancia visual.	**4. Alta.** Por su pendiente y exposición, cualquier intervención sobre la ladera, como cortes, taludes, despalmes o pérdida de vegetación, puede ser ampliamente visible.

La matriz muestra que las unidades de mayor calidad escénica corresponden a la montaña escarpada y los frentes de ladera, debido a su relieve, exposición visual y presencia de vegetación forestal. En contraste, las unidades de valle y lomerío bajo presentan mayor transformación antrópica, aunque mantienen importancia paisajística por su relación con las localidades, terrazas agrícolas, caminos y cauces.

En términos de fragilidad, las unidades con mayor sensibilidad corresponden a la montaña escarpada, los frentes de ladera y los valles abiertos, ya que en ellas las obras lineales, cortes, taludes, terraplenes o desmontes pueden ser fácilmente perceptibles y modificar la continuidad visual del paisaje.

III.1.2.5 Unidades de paisaje donde incidirá el Proyecto

Con base en el cruce espacial entre el trazo del Proyecto, el AP y las unidades de paisaje identificadas en la RE, se determinó que la obra incide principalmente sobre dos unidades: **UP-1 Valle y terrazas de inundación** y **UP-3 Montaña escarpada**.

La **UP-1 Valle y terrazas de inundación** comprende los tramos del km 0+000 al km 5+147, del km 5+300 al km 5+350, así como la zona correspondiente al ramal. Esta unidad representa el 44.14% de la superficie del AP. Se caracteriza por presentar una matriz predominantemente agrícola, con presencia de asentamientos humanos, caminos locales, áreas abiertas y sectores asociados a cauces y terrazas. Desde el punto de vista paisajístico, corresponde a una unidad de calidad escénica baja a moderada, pero con alta exposición visual por su configuración abierta y su relación directa con localidades y caminos.

La **UP-3 Montaña escarpada** comprende el tramo aproximado del km 5+350 al km 9+380 y representa el 55.86% de la superficie del AP. Esta unidad se asocia con un relieve serrano de mayor pendiente, laderas expuestas y presencia de coberturas forestales, principalmente bosque de pino-encino y vegetación secundaria asociada. Presenta mayor calidad escénica y fragilidad del paisaje, debido a su función como fondo visual, su relieve pronunciado y la sensibilidad de las laderas ante cortes, taludes, terraplenes o pérdida de cobertura vegetal.

En términos de longitud del eje del Proyecto, la incidencia por unidad de paisaje se presenta en el Cuadro III-101.

CUADRO III-101UNIDADES DE PAISAJE DONDE INCIDE EL PROYECTO.

Unidad de paisaje	Longitud aproximada del eje (km)	Porcentaje del tramo
UP-1. Valle y terrazas de inundación	6.55	63.65
UP-3. Montaña escarpada	3.74	36.35
Total	**10.29**	**100.00**

Se concluye que la RE posee un carácter paisajístico semicerrado y asimétrico. Las obras de infraestructura o modernización proyectadas sobre el eje del valle (UP 1) tendrán un impacto visual de carácter estrictamente local, pero de alta intensidad perceptiva para las poblaciones de la zona centro y norte, requiriendo medidas de restauración forestal de taludes principalmente. En contraparte, el proyecto goza de un aislamiento visual y ambiental óptimo respecto a la alta sierra del sur y suroeste (UP 3), la cual se consolida como la zona de mayor valor ecológico y exclusión regulatoria del sistema ambiental (**Figura III-64**)

FIGURA III-64FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES DE PAISAJE DONDE INCIDE EL PROYECTO.

0+000



5+000



9+380



4+000



7+500



III.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL RE

III.2.1 CALIDAD AMBIENTAL DE LA RE

III.2.1.1 Calidad del aire de la RE

Dentro de la RE no se identifican zonas industriales, corredores fabriles ni fuentes fijas de emisión que representen un riesgo significativo para la calidad del aire a escala regional. La zona corresponde a un entorno predominantemente rural, con baja densidad de población y actividades económicas asociadas principalmente a agricultura de temporal, ganadería, comercio local, servicios básicos y aprovechamiento de recursos naturales.

Las principales fuentes de emisión atmosférica corresponden a fuentes móviles de baja intensidad, como motocicletas, camionetas de transporte local, vehículos particulares y maquinaria o vehículos utilizados en actividades agropecuarias. Debido al bajo volumen de tránsito y a la ausencia de congestión vehicular, estas emisiones se consideran puntuales y de alcance limitado.

No obstante, en las localidades de la RE se identifica el uso doméstico de leña como combustible para preparación de alimentos y otras actividades cotidianas, lo cual puede constituir una fuente local de emisión de partículas y gases de combustión, particularmente en el interior de viviendas o en espacios con ventilación limitada. Asimismo, pueden presentarse emisiones temporales asociadas a la quema de biomasa, residuos domésticos, rastrojos agrícolas o limpieza de parcelas, así como generación de polvo por el tránsito sobre caminos de terracería durante la temporada seca.

La configuración serrana del territorio, la presencia de áreas con cobertura vegetal y la circulación de vientos asociada al relieve favorecen la dispersión de contaminantes atmosféricos, reduciendo la posibilidad de acumulación regional. Sin embargo, en cañadas, fondos de valle o zonas con ventilación limitada pueden presentarse concentraciones puntuales y temporales de humo o material particulado, especialmente durante actividades de combustión doméstica o quemas locales.

En términos generales, la calidad del aire de la RE se considera buena a escala regional, debido a la ausencia de fuentes industriales relevantes y al bajo tránsito vehicular. No obstante, existen fuentes locales de emisión asociadas al uso de leña, quemas ocasionales, tránsito en caminos de terracería y actividades agropecuarias, por lo que deberán considerarse medidas preventivas durante la ejecución del Proyecto, particularmente para el control de polvo, emisiones de maquinaria y manejo adecuado de residuos

III.2.1.2 Calidad del agua de la RE

Dentro de la RE se identifican diversos escurrimientos, arroyos y cauces de régimen principalmente intermitente, asociados a la precipitación pluvial y a la dinámica natural del relieve serrano. Estos escurrimientos cumplen una función importante en la conducción del agua superficial, la recarga local, el transporte de sedimentos y el mantenimiento de condiciones de humedad en cañadas, márgenes de cauces y zonas con vegetación asociada.

En términos generales, dentro de la RE no se identifican zonas industriales, descargas de origen fabril ni actividades agropecuarias intensivas que representen fuentes puntuales de contaminación de gran escala para la calidad del agua. Sin embargo, el contexto rural disperso y la limitada disponibilidad de infraestructura para saneamiento, tratamiento de aguas residuales y manejo integral de residuos sólidos constituyen factores de presión sobre los cuerpos de agua y escurrimientos locales.

Las localidades comprendidas dentro de la RE presentan condiciones de aislamiento y carencias en servicios básicos, lo que puede favorecer la presencia de descargas domésticas no tratadas, disposición inadecuada de residuos, generación de lixiviados, arrastre de materia orgánica y transporte de contaminantes durante eventos de lluvia. Estas condiciones pueden incidir de manera puntual en la calidad del agua, particularmente en cauces cercanos a asentamientos, caminos, zonas de paso, áreas agrícolas y sitios de acumulación de residuos.

Asimismo, durante la temporada de lluvias, los escurrimientos pueden movilizar sedimentos, restos orgánicos, residuos domésticos y aguas de escorrentía provenientes de viviendas, patios, caminos de terracería y zonas agrícolas. Esta dinámica incrementa la vulnerabilidad de los cauces a procesos de turbidez, contaminación microbiológica y deterioro local de la calidad del agua, especialmente en sitios donde no existen sistemas formales de drenaje, tratamiento o disposición controlada de residuos.

Existen reportes oficiales que señalan la presencia de indicadores microbiológicos en cuerpos de agua o fuentes locales de abastecimiento, lo cual puede estar asociado a la falta de infraestructura sanitaria, manejo inadecuado de residuos y descargas domésticas. Por ello, aun cuando no se reconocen fuentes industriales relevantes, la calidad del agua en la RE debe considerarse vulnerable a presiones locales de origen doméstico, sanitario y difuso.

De menar adicional la información municipal disponible señala que el manejo de residuos sólidos urbanos presenta limitaciones importantes. Se reporta que el municipio genera al menos cuatro toneladas de residuos a la semana y que, aunque existe recolección en la cabecera municipal mediante una camioneta con frecuencia semanal, no se cuenta con un programa técnico integral para el manejo adecuado de residuos sólidos. En las comunidades y rancherías persisten prácticas como la quema de basura y

la existencia de tiraderos no controlados, las cuales pueden generar impactos ambientales y riesgos a la salud de la población.
Estas condiciones representan una presión adicional sobre la calidad del agua, ya que los residuos dispuestos inadecuadamente pueden ser arrastrados por escurrimientos pluviales hacia ríos, arroyos, barrancas y cauces temporales. Asimismo, la descomposición de residuos orgánicos y la falta de infraestructura suficiente para saneamiento y disposición controlada pueden favorecer la presencia de contaminantes microbiológicos, lixiviados y sólidos suspendidos en cuerpos de agua superficiales.

En este contexto, la ejecución del Proyecto deberá considerar medidas preventivas para evitar el incremento de sedimentos, residuos, grasas, aceites, materiales de construcción o descargas accidentales hacia cauces y escurrimientos. Asimismo, será necesario mantener libres las obras de drenaje, evitar la disposición de residuos en barrancas y cuerpos de agua, y aplicar medidas de control de erosión y escorrentía durante las actividades de construcción.

III.2.1.3 Presencia de cuerpos de agua permanentes y problemática de uso en la RE

Dentro de la RE se identifica una red importante de escurrimientos superficiales, principalmente de régimen intermitente, así como corrientes perennes en sectores específicos del área de análisis. Esta red hídrica se asocia con la configuración serrana del territorio, la presencia de laderas, cañadas, barrancas y zonas de concentración de escorrentía, por lo que cumple una función relevante en la conducción del agua superficial, la recarga local y el mantenimiento de humedad en márgenes de cauces.

La RE forma parte del contexto hidrológico de la subregión del Alto Balsas y se relaciona con la cuenca del río Tlapaneco, en cuyas vertientes nacen o se alimentan diversas corrientes provenientes de la Sierra de Coicoyán y zonas serranas colindantes. En este contexto regional destacan corrientes como el río Coicoyán o río Tlalixtaquilla, el río Verde, el río de Las Huertas y diversos arroyos y cañadas que forman parte de la red hidrológica de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras.

En el municipio de Coicoyán de las Flores se reconoce la presencia del río Coicoyán, de régimen permanente, el cual nace en el entorno de la cabecera municipal y posteriormente avanza hacia el estado de Guerrero, donde se integra a la dinámica del río Tlapaneco. Asimismo, se reporta el río Verde, corriente continua que forma parte del contexto hidrológico regional y que funciona como límite entre Oaxaca y Guerrero. A estos cauces se suman múltiples arroyos y cañadas de régimen permanente, semipermanente e intermitente, asociados al relieve montañoso.

En el caso de San Martín Peras, el contexto hidrológico regional incluye el paso o influencia del río Coicoyán, así como corrientes como el río de Las Huertas, que nace en

la localidad del mismo nombre y se integra al sistema de escurrimientos que confluyen hacia el río Coicoyán. Estas corrientes forman parte de la dinámica hídrica regional, aunque no necesariamente todas se ubican dentro de los límites de la RE.

No obstante, la presencia de corrientes y escurrimientos no se traduce necesariamente en disponibilidad o aprovechamiento eficiente del recurso hídrico para la población. En la RE, la topografía accidentada, la dispersión de localidades, la ubicación de viviendas en zonas altas o de difícil acceso y la limitada infraestructura hidráulica dificultan la captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua hacia las viviendas y zonas de uso comunitario.

En este contexto, la problemática principal se relaciona con la falta de infraestructura suficiente para almacenar agua, regular escurrimientos, captar lluvia y garantizar un abasto continuo durante la temporada de estiaje. La ausencia o insuficiencia de obras de almacenamiento, como presas, bordos, ollas de agua, tanques comunitarios o sistemas de captación pluvial, limita el aprovechamiento del agua disponible durante la temporada de lluvias. Como resultado, una parte importante del escurrimiento superficial fluye rápidamente por cauces, barrancas y laderas, sin ser retenida o utilizada de manera eficiente para consumo, riego de subsistencia, abrevadero o usos comunitarios.

Durante eventos de lluvia intensa, la red de escurrimientos puede generar procesos de arrastre, erosión, azolve, encharcamientos e inundaciones puntuales en zonas bajas, caminos, terrazas agrícolas o cruces de cauces. Esta condición se acentúa cuando no existen obras suficientes de regulación, drenaje, encauzamiento o mantenimiento de pasos hidráulicos. Por ello, la infraestructura vial debe considerar la continuidad natural de los escurrimientos y evitar obstrucciones que incrementen el riesgo de acumulación de agua, socavación o erosión aguas abajo.

Adicionalmente, en riberas y lechos de algunos cauces se reporta la extracción manual de materiales pétreos, como arena, grava y piedra de río, utilizados para autoconstrucción, mantenimiento de caminos o usos comunitarios. Aunque esta práctica puede formar parte de las estrategias locales de subsistencia, también puede modificar la estabilidad de márgenes y cauces cuando se realiza sin criterios de manejo, favoreciendo procesos de erosión, cambios en la sección hidráulica o alteración de zonas de escurrimiento.

La disponibilidad, control y acceso al agua también forman parte de la dinámica social del territorio. En localidades con infraestructura limitada y alta dependencia de manantiales, ojos de agua, arroyos o sistemas rústicos de conducción, el agua puede convertirse en un recurso estratégico y sensible para la organización comunitaria. En este sentido, las tensiones por el acceso, conducción o control de fuentes de agua deben entenderse como parte del contexto de vulnerabilidad socioambiental de la RE.

Por lo anterior, los cuerpos de agua, cauces y escurrimientos de la RE deben considerarse elementos ambiental y socialmente sensibles. La problemática hídrica no se limita a la calidad del agua, sino que incluye la falta de infraestructura para captación, almacenamiento, regulación y manejo de escurrimientos, así como el uso directo de materiales de cauce y la sensibilidad social asociada al acceso al recurso.

III.2.1.4 Calidad del suelo en la RE

Para los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras se reconoce una problemática ambiental asociada a la degradación progresiva del suelo, derivada principalmente de la pérdida de cobertura vegetal, la deforestación regional, la presión agropecuaria histórica y la susceptibilidad del territorio a procesos de erosión hídrica. Ambos municipios forman parte de la región Mixteca, territorio que presenta condiciones de fragilidad ambiental relacionadas con su relieve montañoso, la presencia de laderas con pendientes variables, la limitada disponibilidad hídrica estacional y la transformación paulatina de la cobertura vegetal.

De acuerdo con instrumentos de ordenamiento territorial consultados para el estado de Oaxaca, en la región se han registrado procesos relevantes de deforestación y cambio de uso del suelo, en los cuales las áreas deforestadas han transitado principalmente hacia praderas y tierras agrícolas. Esta transformación de la cobertura original se asocia con la pérdida de vegetación protectora, disminución de la capacidad de infiltración, incremento del escurrimiento superficial, arrastre de sedimentos, reducción de materia orgánica y pérdida gradual de suelo fértil. En consecuencia, para Coicoyán de las Flores y San Martín Peras puede reconocerse una presión preexistente vinculada al cambio de uso de suelo, la deforestación, la apertura de terrenos agropecuarios y la degradación edáfica.

La degradación del suelo se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones topográficas de la zona. Como se señaló en la caracterización topográfica y en el análisis de riesgos de la RE, el relieve montañoso y la presencia de laderas favorecen que, cuando se reduce la cobertura vegetal, el agua de lluvia escurra con mayor velocidad y capacidad erosiva. Esta condición incrementa la susceptibilidad a procesos de erosión hídrica laminar, erosión en surcos y, en sitios de mayor concentración de escurrimientos, formación de cárcavas. Dichos procesos implican la remoción progresiva de las capas superficiales del suelo, que son las más importantes para la retención de humedad, el almacenamiento de nutrientes y el soporte de la vegetación.

Durante los recorridos prospectivos se observó que la apertura de terrenos hacia la agricultura se ha presentado en laderas tendidas y áreas con pendiente, donde la remoción o disminución de la cobertura vegetal ha favorecido la formación de cárcavas y canales de erosión. Estas evidencias de campo permiten confirmar que la pérdida de cobertura protectora, combinada con la pendiente natural del terreno y la concentración

de escurrimientos, constituye uno de los principales factores que inciden en el deterioro de la calidad del suelo dentro del área de análisis.

En este contexto, los principales problemas relacionados con la calidad del suelo corresponden a la pérdida de cobertura vegetal por cambio de uso de suelo, deforestación, degradación física del suelo, erosión hídrica laminar, erosión en surcos y cárcavas, pérdida de suelo fértil, reducción de materia orgánica, compactación localizada por actividades agropecuarias, disminución de la infiltración, incremento de escurrimientos superficiales y pérdida de servicios ambientales asociados a la regulación hídrica y conservación del suelo.

FIGURA III-65 FORMACIÓN DE CÁRCAVAS Y DENUDACIÓN DE SUELO POR LA BRECHA AGRÍCOLA



Estos procesos deben interpretarse como presiones territoriales preexistentes asociadas a las condiciones ambientales y socioeconómicas de la Mixteca, sin atribuir

responsabilidad directa a las comunidades locales. Por el contrario, su origen debe entenderse como resultado de la interacción entre el uso histórico del territorio, la marginación, las limitaciones productivas, la necesidad de apertura de áreas agropecuarias, la fragilidad del relieve y la insuficiencia de infraestructura y prácticas sistemáticas de conservación de suelo y agua. Bajo este enfoque, la calidad del suelo en Coicoyán de las Flores y San Martín Peras presenta una condición de vulnerabilidad que debe ser considerada en la evaluación ambiental del Proyecto, particularmente para evitar el incremento de procesos erosivos, la pérdida adicional de suelo fértil y la afectación de la estabilidad de laderas.

III.2.1.5 Conclusión de la calidad ambiental de la RE

En la RE, se advierte que el territorio de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras mantiene condiciones predominantemente rurales, sin presencia de zonas industriales, corredores fabriles o fuentes fijas de contaminación de gran escala. En términos generales, la calidad del aire se considera buena a escala regional, debido al bajo tránsito vehicular, la ausencia de actividades industriales relevantes y la presencia de cobertura vegetal que favorece la dispersión de contaminantes. No obstante, existen fuentes locales de emisión al aire asociadas al uso doméstico de leña, quemas ocasionales de biomasa o residuos, tránsito en caminos de terracería y actividades agropecuarias, las cuales pueden generar emisiones puntuales de humo, partículas y polvo, principalmente durante la temporada seca.

Respecto a la calidad del agua, la RE presenta una red de escurrimientos, arroyos, cañadas y cauces de régimen principalmente intermitente, además de corrientes permanentes o semipermanentes en sectores específicos. Estos elementos cumplen una función ambiental relevante en la conducción de escurrimientos, recarga local, transporte de sedimentos y mantenimiento de humedad en márgenes de cauces. Sin embargo, la limitada infraestructura de saneamiento, drenaje, tratamiento de aguas residuales y manejo integral de residuos sólidos genera condiciones de vulnerabilidad, particularmente en cauces cercanos a asentamientos, caminos, zonas agrícolas o sitios de disposición informal de residuos. En este sentido, aunque no se identifican fuentes industriales relevantes de contaminación, la calidad del agua puede verse afectada de manera puntual por descargas domésticas no tratadas, arrastre de residuos, materia orgánica, sedimentos, lixiviados y contaminantes microbiológicos durante eventos de lluvia.

La problemática hídrica de la RE no se limita a la calidad del agua, sino que también comprende la disponibilidad, captación, almacenamiento y regulación del recurso. A pesar de la presencia de cauces y escurrimientos, la topografía accidentada, la dispersión de localidades y la insuficiencia de infraestructura hidráulica dificultan el aprovechamiento eficiente del agua para consumo, riego de subsistencia, abrevadero y usos comunitarios. Esta condición se acentúa durante la temporada de estiaje y refleja

una vulnerabilidad socioambiental vinculada tanto a la disponibilidad física del recurso como a las capacidades locales para captarlo, conducirlo y almacenarlo.

En cuanto al suelo, se reconoce una condición de degradación progresiva asociada a la pérdida de cobertura vegetal, deforestación regional, apertura de terrenos agropecuarios, presión histórica sobre el territorio y susceptibilidad a procesos de erosión hídrica. La configuración montañosa de la RE, la presencia de laderas y la reducción de cobertura protectora favorecen el incremento del escurrimiento superficial, el arrastre de sedimentos, la pérdida de suelo fértil y la formación de surcos y cárcavas. Las observaciones realizadas durante los recorridos prospectivos confirman la presencia de procesos erosivos asociados a la apertura agrícola en laderas tendidas y áreas con pendiente, lo cual evidencia una condición de fragilidad edáfica que debe ser considerada en la evaluación ambiental del Proyecto.

En conjunto, el diagnóstico ambiental muestra que la RE no presenta una condición de deterioro derivada de actividades industriales o urbanas intensivas; sin embargo, sí manifiesta presiones ambientales preexistentes propias de un territorio rural serrano con alta fragilidad física y limitaciones de infraestructura básica. Entre las principales presiones identificadas se encuentran el uso doméstico de leña, las quemas locales, el tránsito sobre caminos de terracería, la disposición inadecuada de residuos, la falta de saneamiento suficiente, la limitada infraestructura para captación y almacenamiento de agua, la extracción local de materiales pétreos en cauces, la pérdida de cobertura vegetal y los procesos de erosión hídrica.

Estas condiciones deben entenderse como resultado de la interacción entre el relieve montañoso, la dispersión territorial, la marginación, el uso histórico del suelo, las limitaciones productivas y la insuficiencia de infraestructura ambiental, sin atribuir responsabilidad directa a las comunidades locales. Bajo este enfoque, la RE presenta una calidad ambiental general aceptable, pero con componentes sensibles —principalmente agua, suelo y cauces— que requieren medidas preventivas durante la ejecución del Proyecto, orientadas a evitar el incremento de sedimentos, residuos, emisiones de polvo, escurrimientos contaminados, erosión, afectación de cauces y pérdida adicional de suelo fértil.

III.2.2 GRADO DE CONSERVACIÓN VERSUS IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES

El presente apartado tiene como finalidad identificar los principales elementos de conservación y deterioro ambiental presentes en la RE, con base en la información cartográfica, documental y de campo disponible.

Para ello, se consideraron insumos del Explorador de la Biodiversidad de la CONABIO, incluyendo conectividad ecológica, corredores biológicos, rutas de menor costo, cobertura vegetal primaria y secundaria, índice de impacto humano, estabilidad

climática y sitios prioritarios para la conservación. Asimismo, se integró información de uso de suelo y vegetación del INEGI, registros de flora y fauna, listados potenciales, presencia de especies en categoría de protección y observaciones de campo.

El análisis se desarrolla por componentes, a fin de valorar de manera diferenciada las condiciones de conservación, presión y sensibilidad ambiental presentes en la RE.

III.2.2.1 Fragmentación ecosistémica

La fragmentación ecosistémica se entiende como el proceso mediante el cual áreas continuas de vegetación reducen su superficie y se dividen en parches más pequeños, aislados o conectados de manera parcial, como resultado de presiones naturales o antrópicas. Este proceso no sólo implica pérdida de superficie de hábitat, sino también cambios en la estructura, funcionalidad y conectividad ecológica del territorio.

FIGURA III-66 MAPA DE ÍNDICE DE IMPACTO HUMANO

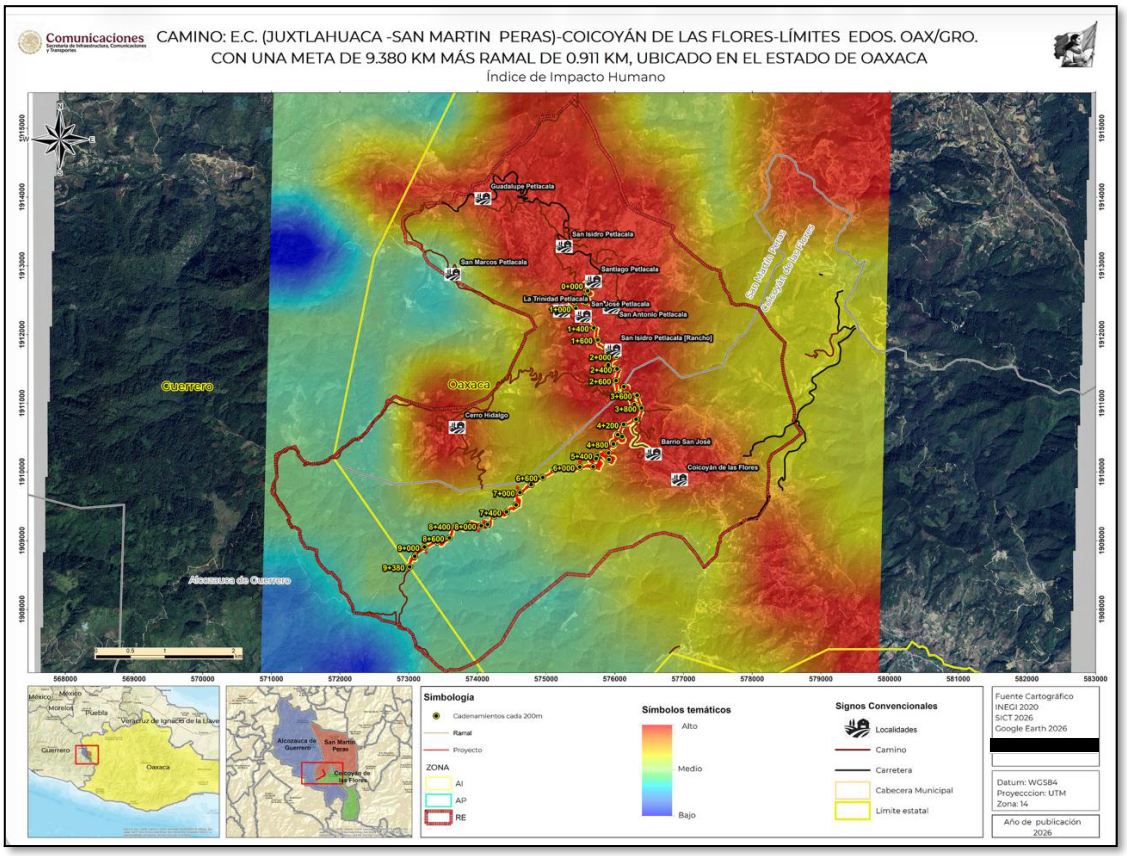
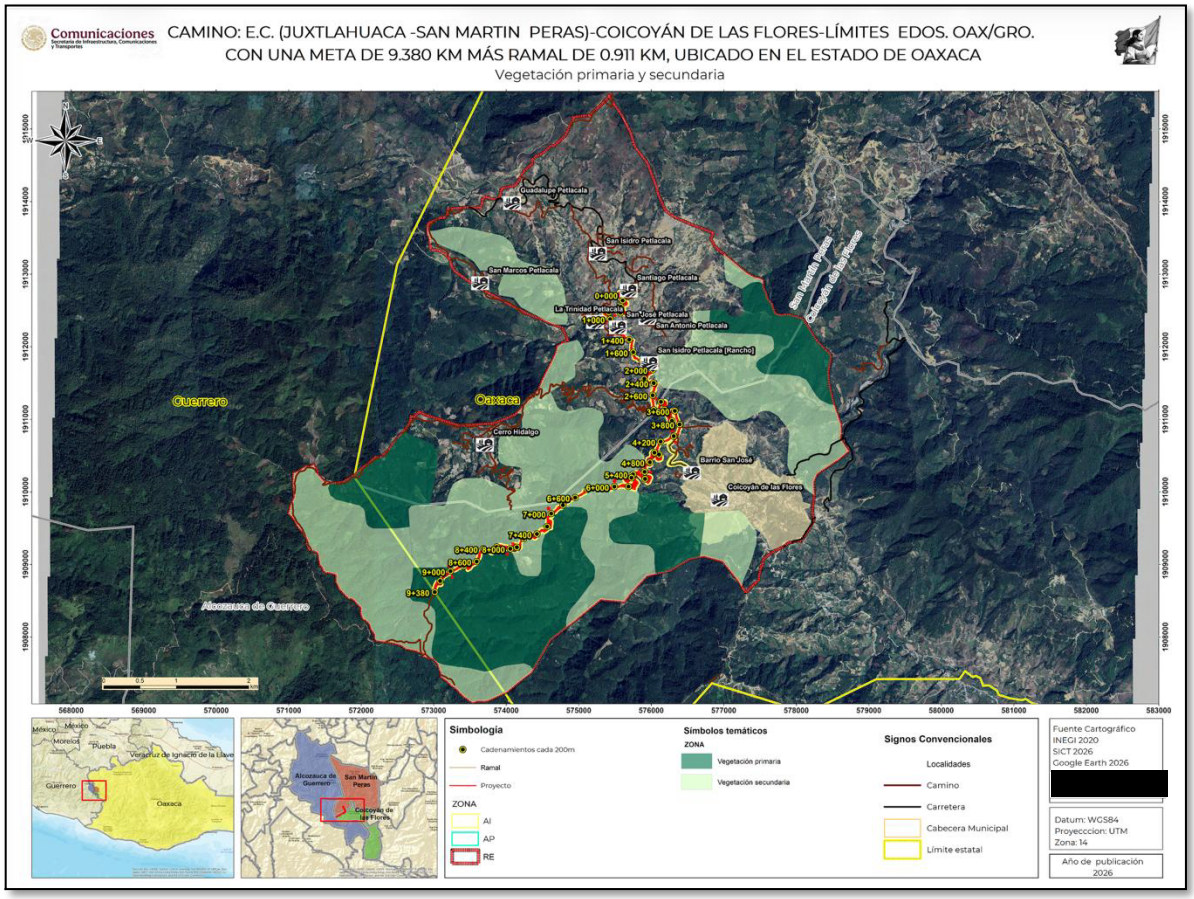


FIGURA III-67 MAPA DE COBERTURA D VEGETACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA



Para el análisis de fragmentación en la RE se retomaron las unidades de paisaje previamente identificadas, no como unidades ecológicas estrictas, sino como unidades de lectura territorial que permiten organizar espacialmente la relación entre relieve, cobertura vegetal, usos de suelo, presión antrópica y conectividad. Esta aproximación se complementó con información ecológica y cartográfica específica, incluyendo cobertura vegetal primaria y secundaria, índice de impacto humano, conectividad, registros de flora y fauna, y presencia de especies en categoría de protección.

Asimismo, se consideraron capas del Explorador de Biodiversidad y Cambio Climático de la CONABIO, imágenes de satélite, información de uso de suelo y vegetación del INEGI, cartografía del Proyecto y observaciones de campo.

Considerando los mapas de las Figuras III-66 y III-67, las imágenes de satélite y la carta de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI, se identifica que la RE mantiene una cobertura vegetal relevante. No obstante, esta condición no implica una continuidad

ecológica uniforme, ya que dentro de la matriz territorial se reconocen procesos de transformación que generan fragmentación, bordes, claros y pérdida de conectividad.

Entre las principales presiones identificadas se encuentran la apertura de brechas y caminos de acceso, la agricultura de temporal, el uso ganadero, la presencia de asentamientos dispersos, la extracción de recursos forestales maderables y no maderables, el aprovechamiento de leña, la apertura de bancos de materiales, el sobrepastoreo y la disposición inadecuada de residuos. Estas presiones se presentan de manera diferenciada en la RE y se relacionan con la accesibilidad, el relieve, la distribución de localidades y las actividades de subsistencia.

Para ilustrar estas condiciones, en la Figura III-68 se presentan fotografías de campo que muestran distintas formas de transformación en la RE, tales como zonas agrícolas y de asentamientos humanos, caminos de terracería, terrenos agrícolas y ganaderos, áreas en condición de abandono, bancos de materiales y sitios con evidencia de sobrepastoreo.

FIGURA III-68FOTOGRAFÍAS QUE MUESTRAN TRANSFORMACIONES EN LA RE



La fragmentación se expresa con mayor claridad en la **UP-1 Valle y terrazas de inundación** y en la **UP-2 Lomerío bajo**, donde la matriz natural ha sido sustituida parcialmente por parcelas agrícolas, áreas de pastoreo, caminos locales y asentamientos dispersos. Estas condiciones generan un paisaje en mosaico, en el que los parches de vegetación remanente o secundaria se encuentran inmersos en una matriz de uso agropecuario y rural.

En contraste, la **UP-3 Montaña escarpada** y algunos sectores de la **UP-4 Frente de ladera** conservan parches forestales de mayor continuidad, favorecidos por la pendiente, la menor accesibilidad y las limitantes físicas del relieve. Estas áreas mantienen una mayor función ecológica relativa, aunque no se encuentran libres de presión, ya que también presentan indicios de extracción forestal, apertura de claros, caminos, brechas y aprovechamiento local de recursos.

En el **AI s**e observa una mayor proporción de áreas agrícolas y superficies transformadas, lo que incrementa la fragmentación y reduce la continuidad de la cobertura vegetal. En el **AP**, aunque existen sectores con vegetación forestal y secundaria, éstos se encuentran asociados al trazo del Proyecto y a una matriz con presión previa, por lo que su función ecológica debe valorarse en relación con su continuidad, conectividad y grado de intervención.

A partir del cruce entre el trazo carretero y la capa de índice de impacto humano, se identifican distintos niveles de presión antrópica a lo largo del Proyecto, como se muestra en el Cuadro III-102.

CUADRO III-102 ÍNDICE DE IMPACTO HUMANO PARA EL TRAMO CARRETERO

De km a km	Índice de Impacto Humano
0+000 al 5+420	Muy Alto
5+420 al 7+310	Alto
7+310 al 9+380	Medio

Los tramos con índice de impacto humano **muy alto** y **alto** se asocian principalmente con la presencia de asentamientos humanos, caminos, áreas agrícolas y mayor accesibilidad. En los tramos con impacto **medio**, la presión se relaciona con aperturas agrícolas, uso de laderas y presencia de terrazas de cultivo, aun en zonas con pendientes pronunciadas.

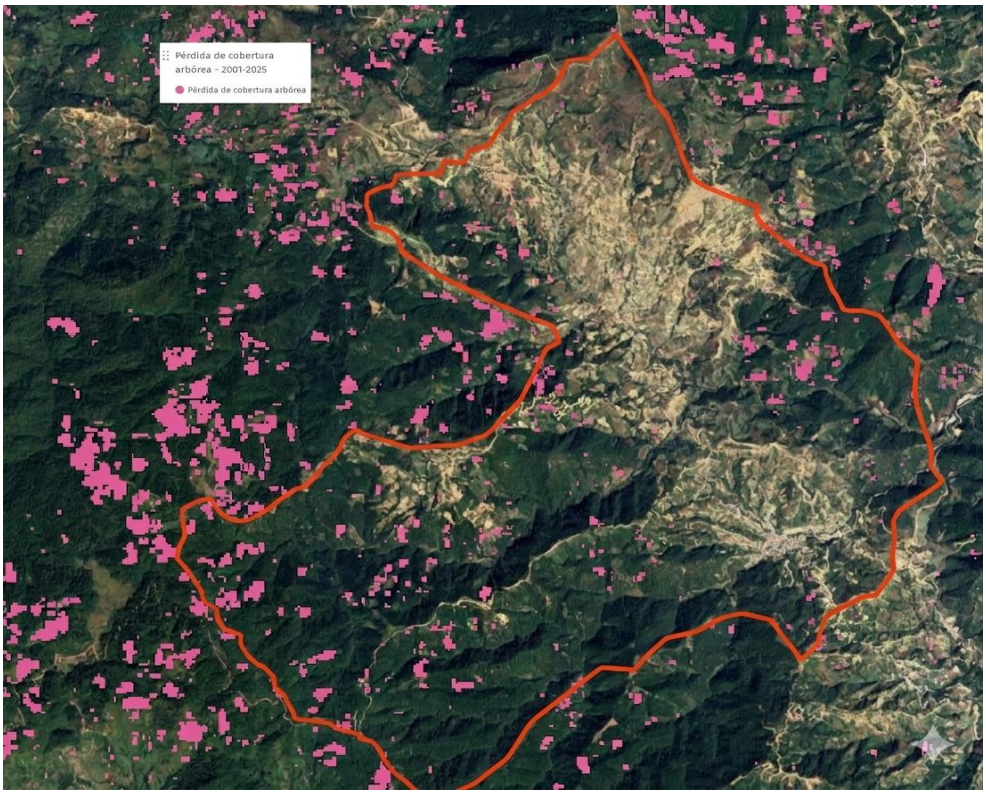
Este patrón confirma que el proyecto carretero se desarrolla en una RE **heterogéneamente transformado**, con tramos que ya presentan una fuerte huella antrópica y otros donde aún persisten condiciones más cercanas a un estado de conservación intermedio.

III.2.2.2 Perturbación Ecológica

Aunque durante los recorridos de campo no se observaron signos generalizados de perturbación extrema en toda la RE, la información de monitoreo de pérdida de cobertura arbórea consultada en **Global Forest Watch** permite identificar procesos de perturbación diferenciados dentro del territorio. Para este análisis se consideró la capa de pérdida de cobertura arbórea para el periodo **2001–2025**, la cual permite reconocer cambios espaciales asociados principalmente a remoción, apertura o disminución de cobertura arbórea.

La Figura III-70 presenta la distribución espacial de la pérdida de cobertura arbórea dentro de la RE, con base en información de **Global Forest Watch** para el periodo 2001–2025. Esta información refuerza la lectura de un territorio con perturbación focalizada, donde la presión humana se concentra principalmente en zonas accesibles, valles, lomeríos y áreas próximas a caminos y asentamientos, mientras que las zonas serranas de mayor pendiente mantienen mayor continuidad relativa de cobertura forestal.

FIGURA III-69 PERDIDA DE COBERTURA ARBOREA



Fuente. Imagen tomada del Global forest con la sobreposición de la RE

El análisis muestra una dinámica de perturbación asimétrica. Las zonas serranas del sur y suroeste, asociadas principalmente a la **UP-3 Montaña escarpada**, presentan mayor continuidad forestal relativa y menor registro de pérdida de cobertura arbórea, lo que las confirma como sectores de mayor valor de conservación dentro de la RE. En contraste, los sectores norte, noreste y áreas de valle y lomerío, asociados principalmente a la **UP-1 Valle y terrazas de inundación** y a la **UP-2 Lomerío bajo**, muestran un patrón más fragmentado, con pérdida de cobertura en parches pequeños y dispersos.
Este patrón de perturbación es congruente con la presencia de agricultura de temporal, caminos, brechas, asentamientos rurales, zonas de pastoreo, aprovechamiento de leña y áreas con vegetación secundaria. La presencia de microparches de pérdida de cobertura arbórea indica que la transformación no ocurre de manera continua en toda la RE, sino mediante aperturas localizadas que modifican gradualmente la estructura del paisaje y reducen la continuidad de la vegetación.

En el entorno del Proyecto, el trazo se inserta en una matriz con presión antrópica previa, donde coexisten áreas agrícolas, vegetación secundaria y sectores con bosque de pino-encino. Por ello, la perturbación ecológica debe interpretarse como parte de un contexto territorial previamente intervenido, aunque con sectores que aún mantienen valor ecológico y paisajístico relevante, particularmente en zonas de mayor pendiente, laderas y áreas forestales remanentes.

III.2.2.3 Conectividad ecológica

La conectividad ecológica se refiere a la capacidad del territorio para mantener continuidad funcional entre parches de hábitat, permitiendo el desplazamiento de especies, el flujo genético, la recolonización de sitios, el acceso a recursos y la persistencia de procesos ecológicos. Esta conectividad depende de la distribución de la cobertura vegetal, el grado de fragmentación, el impacto humano, la presencia de barreras físicas y la estabilidad ambiental del paisaje.

Para el análisis de conectividad en la RE se consideraron las capas del Explorador de Biodiversidad y Cambio Climático de la CONABIO relativas a corredores bioclimáticos, rutas de menor costo y estabilidad climática. Estas capas permiten interpretar la función potencial del territorio como zona de paso, refugio o continuidad ecológica en un contexto de cambio ambiental.

Los **corredores bioclimáticos** integran condiciones de temperatura, precipitación, cobertura e impacto humano para identificar áreas que pueden facilitar el desplazamiento de especies frente a cambios ambientales. Las **rutas de menor costo** (**Figura III-70**) representan trayectorias potenciales de movilidad entre fragmentos de hábitat, considerando zonas donde el desplazamiento de la fauna puede implicar menor resistencia ambiental. Por su parte, la **estabilidad climática** (**Figura III-71**) permite

reconocer áreas que han mantenido condiciones climáticas relativamente más constantes y que, por tanto, pueden funcionar como refugios o zonas de persistencia para especies sensibles.

De acuerdo con el mapa de corredores bioclimáticos y rutas de menor costo, **las zonas con mayor prioridad de conectividad se localizan principalmente hacia el noroeste de la RE** y **en sectores serranos con mayor continuidad de cobertura vegetal**. Conforme la conectividad potencial se aproxima a zonas de mayor transformación, como áreas agrícolas, asentamientos, caminos y lomeríos intervenidos, su valor funcional disminuye por el incremento de la presión antrópica y la fragmentación.

En el caso de la ruta de menor costo (**Figura III-70**), ésta se ubica principalmente fuera de la RE o en sus bordes, lo que indica que el AP no intersecta directamente el núcleo funcional más relevante del corredor regional. Sin embargo, la RE sí forma parte de un contexto de conectividad más amplio, por lo que los fragmentos de vegetación forestal, cañadas, escurrimientos, laderas y parches de vegetación secundaria mantienen importancia como elementos de conectividad local.

La imagen de estabilidad climática (**Figura III-71**) permite complementar esta lectura. Las zonas con mayor estabilidad climática tienden a ubicarse en sectores serranos y con mayor continuidad de vegetación, particularmente en áreas de mayor altitud, pendiente y menor transformación relativa. Estas zonas pueden actuar como áreas de refugio climático o de persistencia ambiental, favoreciendo la permanencia de especies nativas y la conectividad funcional entre parches de hábitat.

En contraste, las áreas con menor estabilidad climática o con mayor presión antrópica coinciden con zonas de valle, agricultura, asentamientos y caminos, donde la cobertura vegetal se encuentra más fragmentada y la función de conectividad se reduce. En estos sectores, la conectividad ecológica depende principalmente de parches remanentes de vegetación, cauces, barrancas, linderos, zonas riparias y vegetación secundaria.

En términos diagnósticos, la RE presenta una conectividad ecológica diferenciada. Los sectores serranos con mayor cobertura forestal y estabilidad climática relativa mantienen mayor valor funcional, mientras que las zonas agrícolas, caminos, asentamientos y áreas con impacto humano alto presentan menor continuidad y mayor resistencia al desplazamiento de especies. Por ello, la conectividad de la RE debe entenderse como una red parcial y heterogénea, donde los elementos de vegetación remanente, cañadas y escurrimientos cumplen un papel relevante para mantener la movilidad biológica local.

FIGURA III-70 MAPA DE CORREDOR BIOCLIMÁTICO Y RUTA DE COSTO

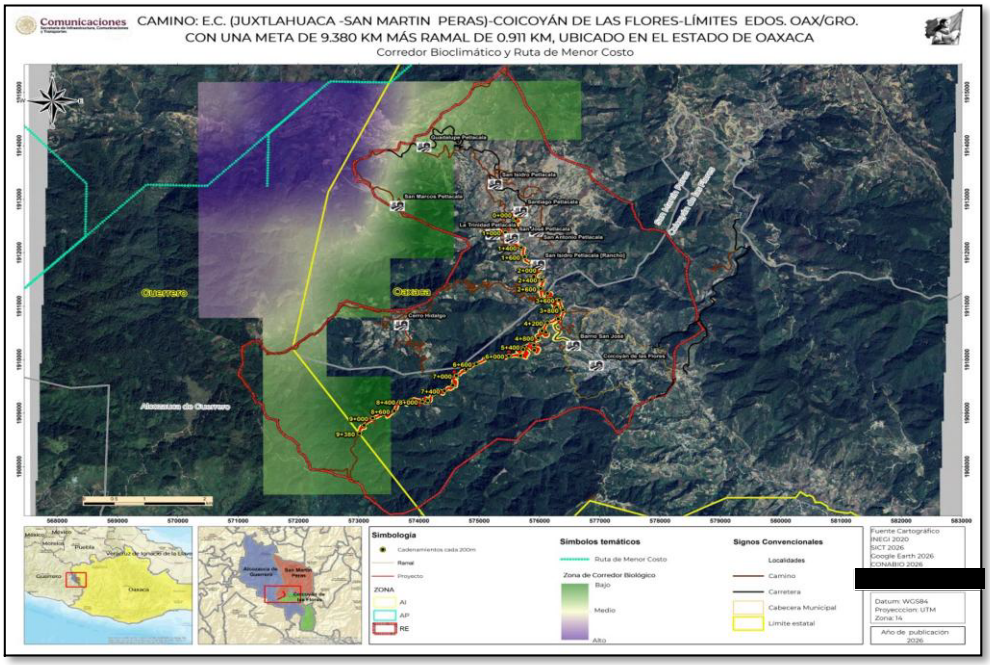
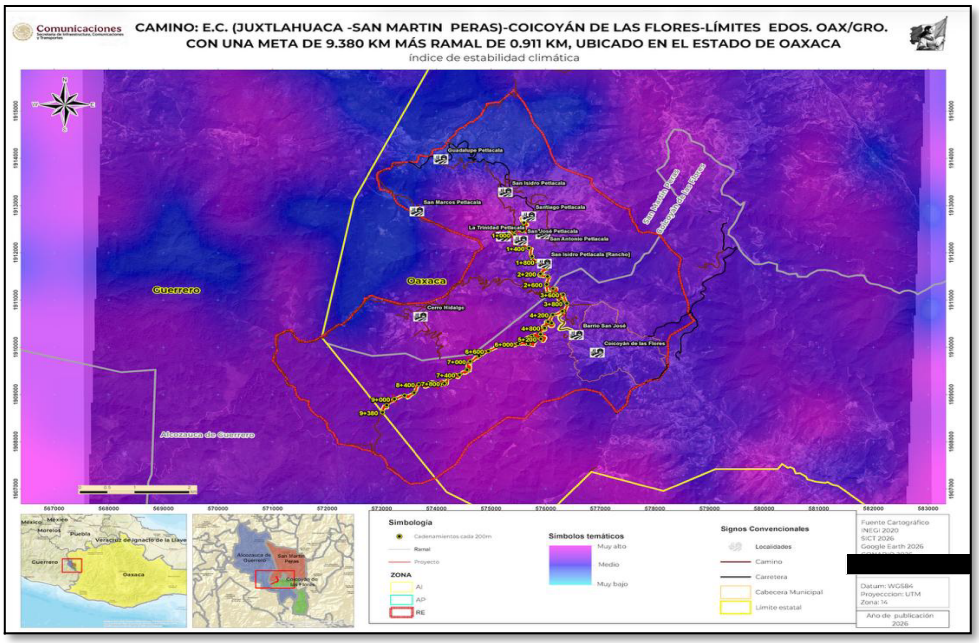


FIGURA III-71 ESTABILIDAD CLIMÁTICA



III.2.2.3.1 Conclusión de la conectividad

En síntesis, la conectividad ecológica de la RE presenta una condición diferenciada. Los sectores serranos con mayor continuidad de cobertura forestal, menor presión antrópica y mayor estabilidad climática relativa mantienen mayor valor funcional como áreas de conectividad, refugio y persistencia para especies nativas. En contraste, las zonas de valle, lomerío intervenido, áreas agrícolas, asentamientos y caminos presentan menor continuidad ecológica y mayor resistencia al desplazamiento de fauna, debido a la fragmentación y al impacto humano acumulado.

La información de corredores bioclimáticos, rutas de menor costo y estabilidad climática permite reconocer que el AP no se ubica sobre el núcleo funcional principal de conectividad regional; sin embargo, forma parte de una matriz territorial donde los parches de vegetación secundaria, las cañadas, escurrimientos, laderas y remanentes forestales cumplen una función relevante para la conectividad local.

Por lo anterior, la conectividad de la RE debe entenderse como una red parcial y heterogénea, sostenida principalmente por las zonas serranas, los corredores asociados a cauces y barrancas, y los parches de vegetación remanente. Esta condición confirma la necesidad de valorar el Proyecto dentro de un contexto de presión antrópica preexistente, pero también de reconocer la importancia de conservar la continuidad funcional de los elementos naturales que aún mantienen movilidad biológica y conectividad ecológica local.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

PRESENTA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO

E.C. (JUXTLAHUACA -SAN MARTIN PERAS)-COICOYÁN DE LAS FLORES-LÍMITES EDOS. OAX/GRO. *CON UNA META DE 9.38 KM MÁS RAMAL DE 0.911 KM*, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

ÍNDICE

IV Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación, Compensación 1
IV.1 Identificación de Impactos, Valoración y Descripción 1
IV.1.1 Descripción de escenarios 4
IV.1.1.1 Escenario ambiental sin el proyecto 4
IV.1.1.2 Escenario ambiental durante la etapa de construcción 7
IV.1.2 Fuentes de cambio 9
IV.1.2.1 Fuentes de Cambio en la etapa de preparación y construcción 9
IV.1.2.2 Fuentes de Cambio por Operación y Mantenimiento del Proyecto 14
IV.1.3 Identificación de impactos ambientales 15
IV.1.3.1 Métodos de identificación y evaluación de impactos ambientales 15
IV.1.3.2 Identificación de Impactos 18
IV.1.3.2.1 Matrices Causa Efecto 18
IV.1.3.2.1.1 Matriz de Causa Efecto por la preparación y construcción 18
IV.1.3.2.1.2 Matriz de Causa Efecto por la Operación y Mantenimiento del Proyecto 19
IV.1.3.2.1.3 Matriz de Cribado 21
IV.1.3.3 Valores de los impactos 25
IV.1.3.4 Forma de medición de los elementos y Factores Ambientales que pueden resultar afectados 28
IV.1.4 Evaluación de Impactos Ambientales 30
IV.1.4.1 Método de valoración e importancia de los impactos 30
IV.1.4.2 Valoración de los Impactos Ambientales 33
IV.1.4.2.1 Nivel de intensidad de los impactos ambientales identificados 37
IV.1.4.2.2 Nivel de significancia de los impactos ambientales 39
IV.1.4.3 Descripción de Impactos Ambientales Negativos 43
IV.1.4.3.1 Vegetación 43
IV.1.4.3.1.1 I-V1. Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria 43
IV.1.4.3.1.2 I-V2. Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo 43
IV.1.4.3.2 Suelo y geomorfología 44
IV.1.4.3.2.1 I-S1. Compactación del suelo 44

IV.1.4.3.2.2 I-S2. Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial 44
IV.1.4.3.2.3 I-S3. Erosión y arrastre de suelo 44
IV.1.4.3.2.4 I-S4. Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos 45
IV.1.4.3.2.5 I-S5. Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada 45
IV.1.4.3.3 Agua superficial e infraestructura hidráulica 45
IV.1.4.3.3.1 I-W1. Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje 45
IV.1.4.3.3.2 I-W2. Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica 46
IV.1.4.3.3.3 I-W3. Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames 46
IV.1.4.3.4 Paisaje 46
IV.1.4.3.4.1 IP1. Alteración temporal del paisaje por frentes de obra 46
IV.1.4.3.4.2 I-P2. Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial 47
IV.1.4.3.4.3 I-R1. Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento 47
IV.1.4.3.4.4 I-R2. Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal 47
IV.1.4.3.5 Atmósfera, ruido y vibraciones 48
IV.1.4.3.5.1 I-A1. Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas 48
IV.1.4.3.5.2 I-A2. Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo 48
IV.1.4.3.5.3 I-H1. Incremento temporal de ruido y vibraciones 48
IV.1.4.3.6 Fauna 49
IV.1.4.3.6.1 I-F1. Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna 49
IV.1.4.3.6.2 I-F2. Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local 49
IV.1.4.3.6.3 I-F3. Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre 49
IV.1.4.3.7 Componente agropecuario y social 50
IV.1.4.3.7.1 I-Ag1. Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto 50

IV.1.4.3.7.2 I-Soc1. Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción 50
IV.1.4.3.7.3 I-Soc2. Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores 50
IV.1.4.3.7.4 I-Inc1. Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio 50
IV.1.4.3.8 Impactos Positivos 51
IV.1.4.3.8.1 I-Ben1. Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado 51
IV.1.4.3.8.2 I-Ben2. Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje 51
IV.1.4.3.8.3 I-Ben3. Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria 51
IV.1.4.4 Impactos residuales posteriores a la mitigación 51
IV.2 Estrategias para la Prevención y Medidas de mitigación de Impactos Ambientales Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional 53
IV.2.1 Política Ambiental y Estrategias 53
IV.2.1.1 Política Ambiental 53
IV.2.1.2 Clasificación de las medidas de mitigación 54
IV.2.1.3 Medidas para reducir impactos persistentes y residuales 55
IV.2.2 Medidas de mitigación 57
IV.2.2.1.1 Medidas para reducir efectos atmosféricos 57
IV.2.2.2 Medidas para Control de Ruido 59
IV.2.2.3 Medidas de mitigación para control de impactos geomorfológicos y en el suelo 61
IV.2.2.4 Medidas para factor hídrico (Modificación puntual de cauces/capacidad hidráulica) 64
IV.2.2.5 Medidas para Paisaje 67
IV.2.2.6 (Paisaje) Medidas para manejo de residuos de construcción, excavación, mantenimiento, residuos urbanos y sanitarios 70
IV.2.2.7 Medidas para Vegetación 72
IV.2.2.8 Medidas para prevenir incendios en frentes de obra, patios y áreas de acopio 74
IV.2.2.9 Medidas para mitigar impactos sobre superficie agrícola 76
IV.2.2.10 Medidas para fauna silvestre 77
IV.2.3 Plan de vigilancia 80

IV.2.3.1 Sistema de Gestión Ambiental 80
IV.2.3.1.1 Objetivos específicos 81
IV.2.3.1.2 Componentes del Sistema de Gestión Ambiental 81
IV.2.3.1.3 Procedimientos para garantizar el éxito de las medidas ambientales 86
IV.2.3.1.4 Procedimiento para control de Partículas y emisiones de combustión (Atmósfera) 87
IV.2.3.1.5 Procedimiento para control de I-S2 · Erosión y pérdida de suelo fértil 88
IV.2.3.1.6 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto 89
IV.2.3.1.7 Procedimiento para reducir riesgos de Contaminación del Agua y suelo por manejo inadecuado de residuos 90
IV.2.3.1.8 Procedimiento para reducir IR2 · Riesgos sanitarios por manejo inadecuado de residuos/defecación 90
IV.2.3.1.9 Procedimiento para reducir riesgos I-W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica 91
IV.2.3.1.10 Procedimiento para reducir riesgos -W3 · Modificación puntual de cauces / capacidad hidráulica 91
IV.2.3.1.11 Procedimiento para reducir riesgos Afectación visual y desorden temporal 92
IV.2.3.1.12 Procedimiento para mitigar I-V1 · Pérdida de cobertura vegetal secundaria (incluye rescate 1:1) 92
IV.2.3.1.13 Procedimiento para reducir Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito I-F1 · Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito 92
IV.2.3.1.14 Procedimiento para reducir Atropellamiento de fauna / pérdida de conectividad funcional (IF2) 93
IV.2.3.1.15 Procedimiento para reducir I-R1 · Riesgo de incendios en patios/acopios 93
IV.2.4 Fichas de seguimiento de medidas 94
IV.2.4.1 Ficha I-A1 / I-A2 · Atmósfera (PM10/PM2.5 y GEIyC) 94
IV.2.4.2 Ficha I-H1 · Ruido y vibración 94
IV.2.4.3 Ficha I- Inc1 · Riesgo de incendios en patios/acopios 95
IV.2.4.4 Ficha I-S3 · Erosión y pérdida de suelo fértil 95
IV.2.4.5 Ficha I-Ag1 · Disminución del potencial productivo agrícola 95
IV.2.4.6 I-W3 · Ficha Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames 96

IV.2.4.7 Ficha I-W1 · Aporte de sedimentos / obstrucción de drenajes 96
IV.2.4.8 Ficha I-W3 · Modificación puntual de cauces/capacidad hidráulica 97
IV.2.4.9 Ficha I-P2 Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción 97
IV.2.4.10 Ficha I-V1 · Pérdida de cobertura vegetal secundaria (Flora) 97
IV.2.4.11 Ficha I-F1 · Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito 98
IV.2.4.12 Ficha I-F2 · Atropellamiento de fauna / pérdida de conectividad 98
IV.2.4.13 Ficha I-F3· Captura o molestia a fauna (NOM-059) 99
IV.2.4.14 Ficha I-R2 Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal 99
IV.2.4.15 Procedimientos y técnicas para la toma de muestras, transporte y conservación; análisis, medición y almacenamiento 99
IV.2.4.15.1 Diseño estadístico y selección de puntos 100
IV.2.4.15.2 Técnicas de medición (resumen operativo) 100
IV.2.4.15.3 Conservación, transporte y cadena de custodia 100
IV.2.4.15.4 Almacenamiento y análisis de datos (QA/QC) 100
IV.2.4.15.5 Logística e infraestructura 101
IV.2.4.15.6 Calendario de muestreo 101
IV.2.4.15.7 Responsables del muestreo 102
IV.2.4.16 Procedimientos de acción cuando se rebasen valores permisibles o umbrales102
IV.2.4.16.1 Conclusión 103
IV.3 Pronósticos Ambientales y en su caso, Evaluación de Alternativas 103
IV.3.1 Escenario de referencia o línea base 105
IV.3.1.1 Suelo, relieve y erosión en el escenario de referencia 105
IV.3.1.2 Vegetación y conectividad ecológica 105
IV.3.1.3 Agua superficial y obras de drenaje 106
IV.3.1.4 Calidad del aire, ruido y movilidad 106
IV.3.1.5 Paisaje y componente social 106
IV.3.1.6 Limitaciones de conectividad, acceso a servicios y desarrollo social en ausencia del Proyecto 107
IV.3.1.7 Síntesis del escenario de referencia 107
IV.3.2 Escenario con Proyecto sin aplicación de medidas de mitigación 108
IV.3.2.1 Atmósfera, ruido y vibraciones 108

IV.3.2.2 Suelo, relieve y erosión 109
IV.3.2.3 Agua superficial e infraestructura hidráulica 109
IV.3.2.4 Vegetación y flora nativa 110
IV.3.2.5 Fauna silvestre 110
IV.3.2.6 Paisaje, residuos, movilidad, seguridad e incendios 111
IV.3.2.7 Síntesis del escenario sin medidas 111
IV.3.2.8 Dimensión social 111
IV.3.3 Escenario 2 con proyecto la aplicación de medidas de mitigación y plan de vigilancia 113
IV.3.3.1 Calidad del aire, ruido y confort ambiental con medidas de mitigación 113
IV.3.3.2 Suelo, relieve, erosión y superficies selladas con medidas de mitigación 114
IV.3.3.3 Factor hídrico con medidas de mitigación 114
IV.3.3.4 Paisaje con medidas de mitigación 115
IV.3.3.5 Vegetación, restauración y fauna silvestre con medidas de mitigación 115
IV.3.3.6 Dimensión social, residuos, seguridad e incendios con medidas 116
IV.3.3.7 Síntesis del escenario con medidas 117
IV.3.4 Escenario Tres. Proyecto con Medidas de Mitigación, Compensación y consolidación del SGA en el Mediano Plazo 117
IV.3.4.1 Calidad del aire, ruido y confort ambiental 118
IV.3.4.2 Suelo, agua y superficie agrícola 118
IV.3.4.3 Paisaje, vegetación y componente ecosistémico 119
IV.3.4.4 Dimensión social y beneficios funcionales 120
IV.3.4.5 Síntesis del Escenario 3 120
IV.3.5 Programa de monitoreo ambiental 121
IV.3.5.1 Objetivos 121
IV.3.5.1.1 Objetivos específicos 121
IV.3.5.2 Selección de variables e indicadores 121
IV.3.5.2.1 Protección del medio atmosférico 122
IV.3.5.2.2 Protección de especies de vida silvestre 122
IV.3.5.2.3 Reforestación y protección de suelos 123
IV.3.5.2.4 Restauración en zonas afectadas por la construcción 123

IV.3.5.2.5 Manejo y control de residuos sólidos y riesgos sanitarios 124
IV.3.5.2.6 Manejo y control de impactos sociales 124
IV.3.5.3 Procedimientos y técnicas de observación, análisis y almacenamiento 124
IV.3.5.3.1 Técnicas de observación y registro 124
IV.3.5.3.2 Selección de puntos de monitoreo 125
IV.3.5.3.3 Diseño estadístico y selección de puntos de muestreo 125
IV.3.5.3.4 Almacenamiento y análisis de datos 126
IV.3.5.3.5 Calendario de muestreo 126
I.1 RESPONSABLES, COSTOS, ACCIONES CORRECTIVAS Y CONTROL DE CALIDAD 127
I.1.1 Responsables del muestreo y reporte 127
IV.3.5.4 Costos aproximados 128
IV.3.5.4.1 Procedimientos de acción ante rebase de umbrales 128
IV.3.5.4.2 Procedimientos para el control de calidad y programa de vigilancia ambiental 128
IV.4 Conclusión del Capitulo 129

CUADROS

Cuadro IV-1Polígonos que serán afectados por el desmonte 9
Cuadro IV-2Métodos utilizados para la Identificación de Impactos Ambientales 16
Cuadro IV-3 Matriz Causa Efecto (Etapas de preparación del terreno y construcción) 18
Cuadro IV-4matriz Causa–Efecto (Etapa de Operación y Mantenimiento) 20
Cuadro IV-5Efectos negativos y positivos esperados por la realización del proyecto según la etapa 22
Cuadro IV-6Lista de Impactos Ambientales Identificados para el proyecto 25
Cuadro IV-7Elementos ambientales, factores e indicadores con los que pueden reconocerse los posibles impactos ambientales 28
Cuadro IV-8 Valores de los criterios básicos modificada de Bojórquez – Tapia. 31
Cuadro IV-9 Valores de los criterios complementarios (Bojórquez-Tapia, modificado) 32
Cuadro IV-10Criterios de importancia de las medidas de mitigación 33
Cuadro IV-11 Categorías de clasificación para los índices de importancia y significancia 33
Cuadro IV-12 Valoración de Impactos Ambientales 33
Cuadro IV-13 Impactos ordenados por su intensidad 39
Cuadro IV-14Impactos organizados por su nivel de significancia 41
Cuadro IV-15 Lista general de impactos ambientales 55
Cuadro IV-16Acciones para controlar afectaciones a la atmósfera por aumento de partículas suspendidas y emisiones de combustión durante desmonte, despalme, cortes, excavaciones, movimiento de tierras, acarreo de materiales y operación de maquinaria 57

Cuadro IV-17Acciones de prevención y mitigación de ruido y vibración 60
Cuadro IV-18Acciones para el control de compactación, pérdida de suelo fértil, erosión, arrastre de suelo y modificación puntual del relieve 61
Cuadro IV-19 Acciones para reducir el aporte de sedimentos, la modificación puntual de escurrimientos y el riesgo de contaminación de suelo y agua superficial 65
Cuadro IV-20Acciones para reducir la alteración temporal y modificación permanente del paisaje 68
Cuadro IV-21Acciones para manejo de residuos de construcción, excavación, mantenimiento, residuos urbanos y sanitarios..... 70
Cuadro IV-22Acciones para reducir impactos sobre vegetación nativa y secundaria 72
Cuadro IV-23Acciones para prevención y control de incendios 75
Cuadro IV-24Acciones para reducir la disminución del potencial productivo agrícola 76
Cuadro IV-25Acciones para reducir desplazamiento, atropellamiento, captura, molestia o manejo inadecuado de fauna silvestre 78
Cuadro IV-26 Criterios e Indicadores ara control de Partículas y emisiones de combustión (Atmósfera IA1 – IA2)..... 88
Cuadro IV-27 Criterios e Indicadores I-H1 · Ruido y vibración..... 88
Cuadro IV-28 Criterios e Indicadores -S2 · Erosión y pérdida de suelo fértil 89
Cuadro IV-29 Criterios e Indicadores I-Ag1 · Disminución del potencial productivo agrícola 89
Cuadro IV-30 Criterios e Indicadores I-IW3 · Contaminación del Agua y suelo por manejo inadecuado de residuos..... 90
Cuadro IV-31 Criterios e Indicadores para I-R2 · Riesgos sanitarios por manejo inadecuado de residuos/defecación..... 90
Cuadro IV-32 Criterios e Indicadores W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica 91
Cuadro IV-33 Criterios e Indicadores para reducir riesgos -W3 · Modificación puntual de cauces / capacidad hidráulica 91
Cuadro IV-34Criterios e Indicadores para mitigar la alteración temporal del paisaje por frentes de obra 92
Cuadro IV-35Criterios e Indicadores para mitigar I-V1 · Pérdida de cobertura vegetal secundaria (incluye rescate 1:1) 92
Cuadro IV-36 Criterios e Indicadores para Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito..... 93
Cuadro IV-37Criterios e Indicadores para I-F2 · Atropellamiento de fauna / pérdida de conectividad funcional..... 93
Cuadro IV-38Criterios e Indicadores para I-R1 · Riesgo de incendios en patios/acopios .. 93
Cuadro IV-39Programas de protección ambiental 101
Cuadro IV-40Protección de especies de vida silvestre 101
Cuadro IV-41Acciones de reforestación (compensación)..... 101
Cuadro IV-42Restauración en zonas afectadas por la construcción 101
Cuadro IV-43 Manejo y control de residuos sólidos..... 101
Cuadro IV-44 Indicadores de prevención de la contaminación ambiental..... 122
Cuadro IV-45Indicadores de protección de flora, fauna y pasos de fauna..... 122
Cuadro IV-46Indicadores de reforestación, restauración de suelos y estabilización 123
Cuadro IV-47Indicadores de restauración de zonas afectadas temporalmente..... 123

Cuadro IV-48 Indicadores de manejo de residuos, saneamiento e incendios 124
Cuadro IV-49Indicadores sociales, de movilidad, seguridad y superficie agrícola 124
Cuadro IV-55Calendario de muestreo – Programas de protección ambiental..... 126
Cuadro IV-56Calendario – Protección de especies de vida silvestre 127
Cuadro IV-57Calendario – Reforestación y protección de suelos..... 127
Cuadro IV-58Calendario – Restauración de zonas afectadas 127
Cuadro IV-59Calendario – Manejo y control de residuos sólidos..... 127

IV IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN

IV.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS, VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN

La identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales del proyecto de modernización de 7 a 12 m de ancho de corona del camino **"E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras)–Coicoyán de las Flores–Límites Edos. Oax./Gro., con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km, ubicado en el estado de Oaxaca"**, se realizó con base en la caracterización de la RE, la delimitación del Área de Influencia del Proyecto (AI), el diagnóstico ambiental integral desarrollado en el Capítulo III, las obras y actividades previstas, así como las condiciones ambientales históricas y actuales presentes en la región.

Este enfoque permite contextualizar los impactos atribuibles al Proyecto dentro del estado real del territorio, considerando sus condiciones de conservación, deterioro, vulnerabilidad física, presión antrópica y sensibilidad ambiental.

De acuerdo con la información del Capítulo I de la MIA-R, el Proyecto consiste en la modernización de un camino de terracería existente, con una longitud de **9.380 km** más un **ramal de 0.911 km**, para conformar una vialidad rural tipo D, con ancho de corona de **7.0 m**. La obra se desarrollará principalmente sobre el trazo existente; sin embargo, requerirá ampliaciones, rectificaciones geométricas, cortes, rellenos, obras de drenaje, pavimentación y actividades auxiliares.

La vialidad tendrá un Derecho de Vía aproximado de **41.16 ha**. Dentro de éste, la superficie total de construcción será de **19.44 ha**, de las cuales **5.27 ha** corresponden al camino existente. Por tanto, la modernización implicará la intervención de superficies adicionales para ampliar la sección de operación, realizar rectificaciones y alojar obras complementarias. La superficie con vegetación nativa susceptible de afectación se estima en **8.9 ha**.

Las actividades del Proyecto se desarrollarán sobre una matriz territorial previamente intervenida, conformada por agricultura de temporal, áreas sin vegetación aparente, asentamientos humanos, caminos existentes, escurrimientos, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y sectores con bosque de pino-encino. De la superficie total de construcción, aproximadamente **10.54 ha** corresponden a superficies sin vegetación nativa, incluyendo agricultura, camino existente, cuerpos de agua, áreas sin vegetación aparente y asentamientos humanos; mientras que **8.9 ha** corresponden a superficies con vegetación nativa o secundaria, principalmente bosque de pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino.

Las principales actividades consideradas para la preparación del sitio y construcción corresponden al trazo, delimitación y señalamiento de áreas de trabajo; desmonte, roza y retiro de vegetación; despalme; cortes de excavación; nivelaciones; formación de terraplenes; rellenos; construcción de la subrasante, base y subbase; riego de liga o sello;

pavimentación; construcción de obras de drenaje; colocación de señalamiento horizontal y vertical; limpieza permanente de frentes de obra; y actividades de restauración ambiental.

Asimismo, se consideran actividades provisionales y asociadas, tales como habilitación de frentes de obra itinerantes, patios de maniobra, áreas para resguardo de maquinaria y equipo, oficinas móviles, áreas de almacenamiento temporal de materiales, áreas de apoyo para vigilancia ambiental y rescate de flora y fauna, instalación de sanitarios portátiles, zonas temporales para separación y almacenamiento de residuos, bancos de materiales y bancos de tiro.

Para el desarrollo de las obras se requerirá el uso de maquinaria, vehículos y equipo, así como el acarreo, carga, descarga, almacenamiento temporal y manejo de materiales de construcción y materiales producto de excavaciones, cortes, despalme y movimientos de tierra. También se prevé el suministro de agua para riego y control de polvo, abastecimiento de combustibles, suministro de alimentación para el personal, sanitarios portátiles y servicios auxiliares necesarios para la operación de los frentes de obra.

Las obras de drenaje forman parte de las actividades relevantes del Proyecto, ya que se prevé la construcción y adecuación de estructuras para permitir el cruce y conducción de escurrimientos superficiales. Estas obras incluyen drenaje menor y obras de drenaje mayor, así como elementos complementarios asociados al manejo del agua en la plataforma del camino.

Durante la preparación del sitio y construcción se generarán materiales vegetales, materiales producto del despalme, materiales de excavación y movimientos de tierra, restos y sobrantes de construcción, residuos sólidos urbanos generados por el personal, y residuos derivados de la operación y mantenimiento de maquinaria y vehículos. Estas actividades requerirán manejo temporal, separación, almacenamiento y disposición conforme a la naturaleza de cada material.

En la etapa de operación y mantenimiento, las actividades previstas incluyen limpieza y desazolve de obras de drenaje, retiro de residuos y material terrígeno acumulado, chapeo de márgenes, bacheo, pintura, sustitución de señalamientos, rehabilitación de tramos con hundimientos, agrietamientos o deterioro, así como trabajos de mantenimiento mayor cuando se requiera renivelación o revestimiento de segmentos específicos.

Con base en lo anterior, la evaluación de impactos considerará las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como las obras provisionales y asociadas requeridas para la ejecución del Proyecto. Estas actividades serán analizadas en relación con los componentes ambientales presentes en la RE, el AI y el AP.

A partir de las obras y actividades previstas, las principales fuentes de presión ambiental asociadas al Proyecto corresponden al desmonte, roza, desenraice y remoción

de vegetación; despalme y manejo del horizonte superficial del suelo; cortes de excavación, nivelaciones y rellenos; construcción y adecuación de obras de drenaje; pavimentación y sellado de la superficie de rodamiento; uso de maquinaria, vehículos y equipo; instalación de patios de maniobra, frentes de obra y áreas auxiliares; acarreo, almacenamiento y manejo de materiales; generación de residuos; y restricciones temporales al tránsito local.

El desmonte y la remoción de vegetación pueden generar pérdida directa de cobertura vegetal nativa o secundaria, modificación de hábitat, generación de material vegetal residual y exposición temporal del suelo. El despalme implica la remoción de la capa superficial del terreno en las zonas de construcción, lo que puede favorecer la pérdida de suelo fértil, la exposición a erosión y el arrastre de partículas durante la temporada de lluvias.

Los cortes de excavación, nivelaciones y rellenos constituyen actividades relevantes debido a la topografía accidentada del AP y del AI. Estas acciones pueden generar inestabilidad temporal en taludes, aumento de erosión, desprendimiento de material y modificación puntual del relieve. Asimismo, la construcción y adecuación de obras de drenaje puede intervenir cauces o escurrimientos de manera localizada, modificar temporalmente el flujo superficial y generar riesgo de aporte de sedimentos si no existe un manejo adecuado de materiales.

La pavimentación y el sellado de la superficie de rodamiento modificarán la infiltración local y aumentarán el escurrimiento superficial sobre la plataforma carretera, por lo que su interacción con cunetas, lavaderos y obras de drenaje será relevante para la evaluación de impactos. De igual forma, el uso de maquinaria y vehículos generará emisiones, ruido, polvo, compactación en áreas de maniobra y riesgo de derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes.

Las áreas auxiliares, patios de maniobra y frentes de obra, aun cuando se ubiquen preferentemente dentro de la superficie de afectación y sobre el camino existente, pueden generar presión temporal por almacenamiento de materiales, tránsito de maquinaria, generación de residuos y compactación del suelo. El acarreo y manejo de materiales producto de cortes, excavaciones y rellenos puede generar dispersión de partículas, obstrucción de escurrimientos, arrastre de sedimentos y ocupación temporal de áreas de trabajo.

Durante la preparación del sitio y construcción se prevé la generación de material vegetal, residuos de despalme, materiales producto de excavación, residuos de construcción, residuos sólidos urbanos del personal y residuos asociados al mantenimiento de maquinaria y vehículos. Su manejo inadecuado podría generar dispersión, contaminación puntual, obstrucción de escurrimientos o afectaciones al suelo.

Finalmente, debido a que el Proyecto se desarrolla en una zona con asentamientos humanos, caminos locales y usos comunitarios, durante la construcción

podrán presentarse afectaciones temporales a la movilidad, incremento de polvo, ruido, tiempos de traslado y molestias a la población local.

En síntesis, las actividades con mayor potencial de generar presión ambiental corresponden al desmonte, despalme, cortes, excavaciones, rellenos, obras de drenaje, pavimentación, movimiento de materiales, operación de maquinaria y manejo de residuos. Estas fuentes de presión deberán valorarse considerando que el Proyecto se inserta en una matriz previamente intervenida, pero con elementos sensibles asociados a vegetación nativa y secundaria, escurrimientos, laderas, taludes, asentamientos humanos y zonas con susceptibilidad a erosión.

IV.1.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

IV.1.1.1 Escenario ambiental sin el proyecto

El Proyecto se llevará a cabo en la Mixteca Alta, en una zona limítrofe con el estado de Guerrero, dentro de localidades rurales altamente dispersas, aisladas y con condiciones de marginación, pertenecientes a los municipios de Coicoyán de las Flores y San Martín Peras. La RE presenta una topografía accidentada, propia de sistemas serranos con fuerte disección fluvial y control estructural del relieve, con altitudes que oscilan aproximadamente entre 1,920 y 2,840 msnm. Las pendientes predominantes son fuertes a muy fuertes, con sectores escarpados y zonas de barrancas donde se favorecen procesos de escurrimiento superficial concentrado, erosión hídrica y susceptibilidad a movimientos de ladera, particularmente durante la temporada de lluvias.

Desde el punto de vista paisajístico, la RE corresponde a un paisaje semicerrado y asimétrico, integrado por cuatro unidades de paisaje: **UP-1 Valle y terrazas de inundación, UP-2 Lomerío bajo, UP-3 Montaña escarpada y UP-4 Frente de ladera**. La mayor calidad escénica se asocia con la montaña escarpada y los frentes de ladera, debido a su relieve, vegetación y función como fondo escénico. En contraste, las unidades de valle y lomerío bajo presentan mayor transformación antrópica, aunque mantienen importancia territorial por su relación con localidades, terrazas agrícolas, caminos, cauces y usos comunitarios.

En cuanto a los suelos, predominan condiciones de alta susceptibilidad a la erosión debido a la pendiente, pedregosidad, presencia de roca cercana a la superficie y escasa profundidad efectiva en diversos sectores. No obstante, en áreas con mayor cobertura vegetal se identifican horizontes edáficos mejor desarrollados, con acumulación de materia orgánica, mayor capacidad de retención de humedad y función relevante para el mantenimiento de la cobertura forestal y la estabilidad de laderas.



La vegetación de la RE está conformada principalmente por coberturas de bosque templado, con asociaciones de pino-encino, encinares y, en menor proporción, vegetación asociada a bosque mesófilo de montaña. Estas coberturas presentan valores de riqueza florística de media a alta y cumplen funciones relevantes para la conservación de suelo, regulación hídrica, conectividad ecológica, refugio de fauna y mantenimiento del paisaje serrano. Sin embargo, también se identifican presiones por agricultura de temporal, apertura de caminos y brechas, uso de leña, aprovechamiento forestal, sobrepastoreo y cambio de uso de suelo en sectores accesibles.

El diagnóstico reconoce una fragmentación ecosistémica estructural y asimétrica. Las zonas de valle y lomerío concentran mayor transformación por agricultura, asentamientos, caminos y actividades productivas, mientras que las zonas serranas mantienen parches forestales de mayor continuidad. Asimismo, la conectividad ecológica es diferenciada: los sectores serranos con mayor cobertura forestal y estabilidad climática relativa conservan mayor función como áreas de conectividad y refugio, mientras que las zonas agrícolas, asentamientos y caminos presentan menor continuidad ecológica.

Respecto de la hidrografía, la RE se ubica en un contexto serrano con alta precipitación, presencia de escurrimientos intermitentes, corrientes perennes en sectores específicos, cañadas y barrancas que conducen el agua superficial hacia la red

hidrológica regional. Si bien existe disponibilidad natural de agua en el territorio, la problemática principal se relaciona con la limitada infraestructura para captación, almacenamiento, conducción, regulación y saneamiento. Esta condición incrementa la vulnerabilidad de las localidades durante el estiaje y durante eventos de lluvia intensa, cuando pueden presentarse procesos de escurrimiento concentrado, erosión, arrastre de sedimentos, azolve e inundaciones puntuales.

En materia de calidad del agua, no se cuenta con monitoreo específico dentro de todos los escurrimientos de la RE; sin embargo, existen referencias regionales de CONAGUA que indican que el río Coicoyán presenta buena calidad en términos de DBO5, aunque con indicios de deterioro sanitario asociados a coliformes fecales y *Escherichia coli*. Esta condición es congruente con un contexto rural donde existen limitaciones en infraestructura de tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y saneamiento básico.

En conjunto, la evaluación de impactos parte de una línea base donde coexisten elementos de valor ambiental —cobertura forestal, escurrimientos, cañadas, biodiversidad nativa, conectividad local y paisaje serrano— con presiones preexistentes como fragmentación, erosión, cambio de uso de suelo, pérdida focalizada de cobertura arbórea, sobrepastoreo, extracción de recursos, limitada infraestructura y transformación gradual del territorio. Bajo este contexto, la valoración de impactos del Proyecto considera tanto la sensibilidad ambiental de la RE como el grado de intervención previa del área donde se desarrollarán las obras

*El Área de Influencia del Proyecto (AI) comprende aproximadamente **41.72 ha** y corresponde al entorno inmediato donde pueden manifestarse efectos directos e indirectos asociados a la modernización del camino principal y su ramal. Su delimitación considera la relación espacial entre el trazo del Proyecto, las áreas de afectación, las unidades de paisaje, las coberturas vegetales, los escurrimientos, los caminos existentes y la presencia de asentamientos humanos cercanos.*

De acuerdo con el análisis de paisaje, el AI se relaciona principalmente con dos unidades: **UP-1 Valle y terrazas de inundación** y **UP-3 Montaña escarpada**. La primera corresponde a sectores de valle, terrazas agrícolas, caminos, asentamientos humanos y zonas abiertas con mayor transformación antrópica. La segunda se asocia con laderas de mayor pendiente, cobertura forestal y vegetación secundaria, donde la fragilidad visual y la susceptibilidad a erosión son mayores.

En términos de uso de suelo y vegetación, el AI presenta una matriz heterogénea conformada por agricultura de temporal, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y sectores con bosque de pino-encino. **Esta composición indica que el área no corresponde a una cobertura forestal continua, sino a un mosaico con presión previa por actividades agropecuarias, caminos, asentamientos rurales, aprovechamiento local de recursos y apertura de áreas intervenidas.**

Desde el punto de vista físico, el AI se ubica en un contexto serrano con pendientes variables, laderas, zonas de escurrimiento y tramos con susceptibilidad a erosión hídrica. La presencia de cauces menores y escurrimientos intermitentes hace relevante considerar la continuidad hidráulica, el arrastre de sedimentos y la estabilidad de taludes durante la evaluación de impactos.

En términos ecológicos, el AI mantiene elementos de conectividad local asociados a parches de vegetación secundaria, laderas, cañadas y escurrimientos. Sin embargo, también presenta fragmentación por caminos, agricultura de temporal, asentamientos humanos y áreas abiertas. Por ello, su función ecológica debe entenderse como local y parcial, más que como parte del núcleo principal de conectividad regional.

En conjunto, el AI representa un espacio con intervención previa, presencia de asentamientos humanos y usos rurales, pero con elementos ambientales sensibles asociados a vegetación secundaria, bosque de pino-encino, escurrimientos, laderas y taludes. Esta condición debe considerarse para valorar los impactos del Proyecto en términos de remoción de vegetación, modificación de relieve, erosión, escurrimientos, estabilidad de laderas, paisaje, conectividad local y relación con las localidades cercanas.

IV.1.1.2 Escenario ambiental durante la etapa de construcción

Durante la etapa de construcción, el escenario ambiental del AP y del AI se modificará de manera temporal y localizada por la ejecución de las actividades propias de la modernización del camino existente y su ramal. Estas actividades incluyen delimitación de áreas de trabajo, desmonte, despalme, cortes de excavación, rellenos, conformación de terracerías, construcción de obras de drenaje, pavimentación, tránsito de maquinaria, acarreo de materiales, operación de frentes de obra y manejo de residuos.

La construcción se desarrollará en una matriz territorial previamente intervenida, donde existen caminos de terracería, asentamientos humanos, agricultura de temporal, áreas abiertas, escurrimientos y sectores con vegetación secundaria y bosque de pino-encino. No obstante, la ejecución de las obras implicará una intensificación temporal de la intervención sobre el terreno, principalmente dentro de la superficie de construcción del Proyecto.

En esta etapa se presentará remoción de vegetación nativa y secundaria en las áreas requeridas para la ampliación de la sección de operación, rectificaciones geométricas, obras de drenaje y cortes en ladera. Esta condición modificará puntualmente la cobertura vegetal, reducirá temporalmente la protección del suelo y generará material vegetal residual.

El despalme, los cortes, las excavaciones, los rellenos y la conformación de terracerías modificarán de manera puntual el relieve inmediato del camino. Dado que el Proyecto se ubica en una zona serrana con pendientes variables, laderas, cañadas y zonas susceptibles a erosión, estas actividades podrán generar exposición de suelos, inestabilidad temporal de taludes, desprendimiento de material, arrastre de sedimentos y cambios locales en la escorrentía superficial durante la temporada de lluvias.

Las obras de drenaje mayor y menor tendrán relevancia durante la construcción, debido a la presencia de escurrimientos intermitentes, cauces menores y zonas de concentración de agua superficial. Durante su ejecución podrán presentarse intervenciones puntuales en cruces hidráulicos, movimiento de material en cauces o márgenes, y modificación temporal del flujo superficial en sitios específicos.

La operación de maquinaria, vehículos de carga y equipo de construcción generará emisiones temporales de gases, ruido, vibraciones, polvo y tránsito adicional sobre el camino y áreas cercanas. Estos efectos serán más perceptibles en los tramos próximos a asentamientos humanos, viviendas dispersas, caminos locales y zonas agrícolas, donde también podrán presentarse restricciones temporales a la movilidad y aumento en los tiempos de traslado.

El paisaje del AI también se modificará temporalmente por la presencia de maquinaria, cortes, taludes expuestos, frentes de obra, acopios de materiales, áreas auxiliares y superficies sin cobertura vegetal. Esta modificación será más evidente en valles, zonas abiertas, laderas expuestas y tramos visibles desde localidades o caminos cercanos.

Durante la construcción también se generarán materiales producto de desmonte, despalme, excavaciones, cortes, sobrantes de obra, residuos sólidos urbanos del personal y residuos asociados al uso de maquinaria y vehículos. Estos materiales requerirán manejo, almacenamiento temporal, retiro y disposición conforme a su naturaleza, a fin de evitar dispersión, obstrucción de escurrimientos o acumulación en áreas no autorizadas.

En términos ecológicos, el escenario de construcción representa una fase de mayor perturbación temporal dentro del AP y sectores inmediatos del AI. La movilidad local de la población humana podrá verse reducida de manera puntual por la presencia de frentes de obra, ruido, tránsito de maquinaria, remoción de vegetación y movimiento de materiales; sin embargo, esta condición se concentrará principalmente en la franja de intervención del camino existente y sus áreas asociadas.

En conjunto, durante la etapa de construcción el escenario ambiental se caracterizará por una intervención temporal, localizada y progresiva sobre una matriz previamente modificada, pero con elementos sensibles como vegetación secundaria, bosque de pino-encino, escurrimientos, laderas, taludes, suelos susceptibles a erosión y asentamientos humanos cercanos. Por ello, esta etapa concentra la mayor interacción entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales del AP y AI.

IV.1.2 FUENTES DE CAMBIO

IV.1.2.1 Fuentes de Cambio en la etapa de preparación y construcción

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las principales fuentes de cambio estarán asociadas a las actividades necesarias para modernizar el camino de terracería existente y su ramal, incluyendo la ampliación de la sección vial, rectificaciones geométricas, cortes, rellenos, obras de drenaje, conformación de terracerías, pavimentación y operación de frentes de trabajo.

El Proyecto implicará la intervención de superficies actualmente ocupadas por agricultura de temporal, camino existente, áreas sin vegetación aparente, asentamientos humanos, escurrimientos, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino. En particular, se estima una superficie de **8.90 ha con vegetación nativa o forestal susceptible de remoción**, integrada principalmente por **6.77 ha de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino** y **2.13 ha de bosque de pino-encino**. Asimismo, se identifican **3.85 ha de superficies agrícolas** que serán incorporadas al área de construcción.

Para el desarrollo del Proyecto se identificaron **60 polígonos con vegetación forestal o nativa (Cuadro IV-1)** que serán afectados por actividades de desmonte. Estos polígonos corresponden en su mayoría a vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y, en menor proporción, a bosque de pino-encino. Su distribución fragmentada evidencia que la remoción no se concentrará en un solo bloque continuo, sino en parches asociados al trazo, ampliaciones, rectificaciones y adecuaciones geométricas del camino.

CUADRO IV-1POLÍGONOS QUE SERÁN AFECTADOS POR EL DESMONTE

Nº Pol.	Tipo	Superficie (ha)
1	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.03
2	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.07
3	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.10
4	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.00
5	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
6	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.02
7	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
8	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
9	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.06
10	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.05
11	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.03
12	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.06
13	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
14	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.08
15	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
16	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.06
17	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.06
18	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.08
19	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.03

Nº Pol.	Tipo	Superficie (ha)
20	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.22
21	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.11
22	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.05
23	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.12
24	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.12
25	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.14
26	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	1.06
27	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.65
28	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
28	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
29	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.74
30	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.04
31	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.00
32	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.25
33	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.16
34	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.08
35	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.13
36	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.02
37	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.04
39	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.09
40	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.70
41	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.03
42	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.00
43	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.02
44	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.50
45	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.08
46	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.03
47	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.29
48	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.11
49	Bosque de pino-encino	0.95
50	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.15
51	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.01
52	Bosque de pino-encino	0.10
53	Bosque de pino-encino	0.04
54	Bosque de pino-encino	0.01
55	Bosque de pino-encino	0.16
56	Bosque de pino-encino	0.44
57	Bosque de pino-encino	0.00
58	Bosque de pino-encino	0.03
59	Bosque de pino-encino	0.24
60	Bosque de pino-encino	0.18
	TOTAL	**8.90**

El desmonte, roza, desenraice y retiro de vegetación constituirán una de las actividades iniciales de mayor relevancia, ya que implicarán la pérdida directa de cobertura vegetal en las superficies autorizadas para construcción. Esta actividad generará material vegetal residual y dejará temporalmente expuesto el suelo en zonas de ladera, terrazas y márgenes del camino existente.

El despalme se realizará sobre la superficie de construcción, con retiro del horizonte superficial del suelo. Este material representa un componente ambiental de

valor por su contenido de materia orgánica, semillas, microorganismos y capacidad para favorecer procesos posteriores de restauración o arrope de taludes. Durante esta actividad se generará suelo removido que deberá mantenerse separado de otros materiales, evitando su mezcla con residuos de construcción, combustibles, aceites o material pétreo.

Las excavaciones, cortes y movimientos de tierra serán actividades relevantes por las condiciones topográficas del AP y del AI. El trazo se desarrolla en zonas con pendientes variables, laderas, terrazas y sectores de montaña escarpada, por lo que los cortes podrán modificar puntualmente el relieve, generar taludes expuestos, material producto de excavación y superficies susceptibles a erosión hídrica o desprendimiento de suelo, especialmente durante la temporada de lluvias.

Las nivelaciones, rellenos, compactaciones y conformación de terracerías implicarán el movimiento y redistribución de materiales edáficos y pétreos para integrar la plataforma del camino. Estas actividades modificarán la condición física del suelo en la franja de construcción y podrán requerir almacenamiento temporal, acarreo, reutilización o disposición de materiales sobrantes.

La operación de patios de maniobra, frentes de trabajo, áreas de resguardo de maquinaria, oficinas móviles y zonas temporales de almacenamiento formará parte de las actividades auxiliares de construcción. Estas áreas se ubicarán preferentemente dentro de la superficie de afectación del Proyecto y sobre zonas previamente intervenidas; sin embargo, durante su uso podrán presentarse compactación, tránsito constante de maquinaria, almacenamiento de materiales, generación de residuos y manejo temporal de equipo.

La operación de maquinaria, vehículos y equipo de construcción generará emisiones temporales de gases, polvo, ruido y vibraciones. También implicará tránsito constante sobre el camino existente y áreas de trabajo, así como el uso de combustibles, aceites y lubricantes asociados al funcionamiento de los equipos.

El sellado de suelo por pavimentación modificará de manera permanente la condición de la superficie de rodamiento, al sustituir una terracería existente y áreas adicionales de construcción por una carpeta pavimentada. Esta actividad reducirá la infiltración directa en la plataforma del camino y aumentará el escurrimiento superficial sobre la vialidad, por lo que su relación con cunetas, lavaderos y obras de drenaje será relevante durante la evaluación de impactos.

La construcción y adecuación de obras de drenaje incluirá estructuras para permitir el cruce y conducción de escurrimientos superficiales. Estas actividades podrán requerir afectación de la zona federal y de vegetación de galería, intervención puntual en cauces, márgenes o zonas de concentración de agua, así como excavaciones, colocación de materiales, rellenos, estructuras de conducción y manejo temporal de excedentes. En los sitios con vegetación asociada a cauces, estas obras deberán considerarse dentro del análisis de interacción con hidrología superficial, suelo, vegetación y paisaje.

La participación de personal durante la construcción implicará consumo de alimentos, uso de sanitarios portátiles, generación de residuos sólidos urbanos y tránsito diario hacia los frentes de obra. No se prevé la instalación de campamentos habitacionales permanentes; sin embargo, podrán existir áreas temporales de apoyo, vigilancia o resguardo, con servicios básicos para el personal.

Durante la etapa de preparación y construcción se generarán distintos tipos de materiales y residuos, incluyendo material vegetal, suelo producto del despalme, material producto de excavaciones, sobrantes de construcción, residuos sólidos urbanos del personal, envases, empaques y residuos derivados de la operación de maquinaria y vehículos. Estos materiales forman parte de las actividades de manejo, almacenamiento temporal, traslado, reutilización o disposición que deberán considerarse dentro del análisis de impactos.

En conjunto, las fuentes de cambio durante la preparación del sitio y construcción se relacionan principalmente con la remoción de vegetación, retiro de suelo superficial, modificación puntual del relieve, generación y movimiento de materiales, intervención en escurrimientos, conformación de terracerías, pavimentación, operación de maquinaria y presencia temporal de frentes de trabajo dentro del AP y el AI.

Despalme. El despalme se efectuará en la superficie de construcción equivalente a 18.53 ha, que implicará el retiro de suelo superficial en un volumen aproximado de 463,000 m3. El material de despalme puede ser reutilizado para arrope de taludes, así como trabajos de reforestación o donado a zonas agrícolas.

E**l material de despalme podrá conservarse ya que corresponde a un componente ambiental de la naturaleza de gran valor,** así debe separarse de otros residuos sólidos, y de ser posible entregarse a las personas que se encargarán de las reforestaciones, para que se resguarde en áreas donde no se disperse o pueda generar problemas ambientales, como la obstrucción de corrientes de agua.

En el despalme producirá emisiones de polvo, algunos efectos negativos sobre la atmosfera como es el aumento de partículas sólidas o polvo, el almacenamiento de estos residuos también puede implicar otros efectos como es ocupación de otros terrenos. Uno de los efectos asociados puede ser la afectación de la cobertura vegetal de las zonas aledañas al área de influencia mermando su capacidad fotosintética y en algunos casos con posibilidad de disminuir la salud de los árboles implicando el ataque de especies oportunistas y la generación de plagas.

La incorporación de terrenos agrícolas. Implicará pérdida productiva en el AP, ya que esos terrenos serán compactados y por tantos se disminuirá su potencial productivo.

Excavaciones. Los cortes de terrenos y extracción de material con maquinaria implicarán la movilización de tierras, desde el momento en que se inicien estos trabajos, se desprenderán polvos mismos que pueden dispersarse por la acción del viento

ocasionando más reducción de la calidad del aire y poniendo a disposición de los habitantes. Por las características del relieve del AP se espera un movimiento importante de materiales edáficos o especiales, que requieren un manejo cuidadoso para que se puedan reutilizar en la constitución del terraplén, además de requerir ser almacenadas de manera apropiada en sitios seguros que no provoquen daños adicionales, es decir cuidar que las mismas no se arrojen a barrancos o sobre zonas con escurrimientos naturales de agua, se debe tomar en cuenta que la pendiente del AP es muy accidentada.

Los cortes de excavación para este proyecto tendrán un efecto importante sobre el paisaje, ya que se modificará el relieve y por lo tanto el drenaje, además de tener efectos de tipo estético y funcional, pues los cortes de excavación pueden dar lugar a **erosión hídrica aproximada de 80 ton/ha anuales y eólica de 26.21 ton/ha anuales**. Los cambios serán residuales y requerirán acciones de restauración para minimizar los efectos que se producirán a nivel hidro-geomorfológico y del paisaje. Además de posibles deslizamientos de suelos.

Operación de patios de apoyo y frentes de trabajo. Considerando el tipo de proyecto, se prevé el establecimiento y operación de patios de maniobras, lo que puede implicar afectaciones sobre terrenos que previamente han tenido cambio de uso de suelo, ocasionando **pérdida temporal de productividad en zonas agrícolas de 3.85 ha,** así como compactaciones e incluso afectaciones por el almacenamiento de equipo, maquinaria, materiales, residuos de diversos tipos, posibles derrames de sustancias provenientes de vehículos, así como de maquinaria.

Rellenos, nivelaciones y compactaciones (movimiento de materiales edáficos): La construcción de la nueva vialidad propiciará la generación de residuos especiales y su posible dispersión, lo que implica la necesidad de utilizar espacios para tratamiento y disposición final, en caso de no confinarlos debidamente y realizar un manejo controlado. Se requerirá un manejo muy cuidadoso para evitar afectaciones adicionales a otras zonas con cubierta vegetal y evitar que los residuos puedan obstruir el drenaje.

La operación de maquinaría y de equipos. Si bien la maquinaria y los equipos necesarios para el desarrollo del proyecto será mínima, la operación puede tener varias afectaciones, como son a) afectaciones de la calidad del aire, b) la reducción del confort sonoro, c) la compactación de suelos, d) riesgo de producción de residuos sólidos y e) la posible contaminación de suelo por derrames de sustancias toxicas, como aceites y combustibles (tanto en las zonas de maniobras y en zonas fuera de la construcción). Estos efectos se producirán de manera principal en las zonas de maniobra o frentes de trabajo; por ello, se deben prever los efectos negativos, tales como los posibles derrames, impidiendo que en los frentes de obras equipo o patios de resguardo de equipo, materiales, vehículos y oficinas, se puedan realizar acciones de mantenimiento y se pueda contar con equipo para descontaminación ante cualquier eventualidad.

Sellado de suelo. El sellado por asfaltado de la nueva vialidad implicará un la impermeabilización de los terrenos de la RE y del AI, esto generará de manera inminente

la reducción de la captación de agua por filtración, aunque considerando la superficie de construcción del proyecto de 18.53 ha, representa para la RE (3,1112 ha) un 0.5954 por ciento.

Participación de personas. La presencia de personal implica: el consumo de alimentos, la producción de residuos sanitarios, la posibilidad de generación de fogatas, entre otras, es por ello que las principales consecuencias serían la producción de residuos perecederos y sanitarios que pueden ocasionar el aumento de contaminación, entre otros. Al momento no se ha precisado el número de personas que participarán en cada frente de trabajo, o en las zonas de resguardo u oficinas móviles, sin embargo, por cada 15 personas se deberá dotar sanitarios móviles, las personas que se contraten contarán con servicio de traslado. La empresa no pretende tener campamentos de personal para que habite en campamentos, no obstante, no se descarta la presencia de personal de vigilancia, y de dotará de equipo de seguridad, de servicio de proporción de agua, de recipientes de almacenamiento temporal de residuos sólidos y de sanitarios portátiles.

Colocación obras de drenaje. La construcción de la vialidad implicará la instalación de obras de drenaje, cuyas dimensiones deben garantizar el flujo de agua de las corrientes hídricas que atraviesa el proyecto, lo que podría implicar algunas afectaciones como es la perdida de la forma del cauce, la obstrucción de los drenajes, eliminación de vegetación de galería, así como la generación de excedentes residuos que podrían requerir reciclaje o reutilización. El uso de pintura y disolventes que podrían derramarse y en consecuencia contaminación del suelo y agua.

IV.1.2.2 Fuentes de Cambio por Operación y Mantenimiento del Proyecto

Durante la etapa de operación, la principal fuente de cambio corresponderá al funcionamiento permanente de la vialidad rural modernizada, lo que modificará las condiciones actuales de movilidad, tránsito y accesibilidad entre las localidades vinculadas al Proyecto. La operación del camino permitirá una circulación más continua y segura respecto de la terracería actual, particularmente durante la temporada de lluvias.

El funcionamiento de la vialidad beneficiará la movilidad de localidades como Coicoyán de las Flores, Barrio San José, Cerro Hidalgo, San Isidro Petlacala [Rancho], San José Petlacala, La Trinidad Petlacala, San Antonio Petlacala, Santiago Petlacala, San Marcos Petlacala, San Isidro Petlacala y Guadalupe Petlacala, con una población aproximada de **4,618 habitantes**. Esta condición se reflejará principalmente en mejores tiempos de traslado, acceso a servicios, comunicación inter local y conectividad regional.

En la operación también se mantendrá el tránsito vehicular sobre la nueva superficie de rodamiento con velocidades menores a los 50 Km/h, lo que implicará circulación de vehículos particulares, transporte local, vehículos de carga ligera, servicios públicos y tránsito asociado a actividades comunitarias, comerciales y productivas. Esta

actividad sustituirá las condiciones actuales de circulación sobre terracería por una vialidad pavimentada.

El mantenimiento de la vialidad incluirá revisiones periódicas del estado físico de la carpeta de rodamiento, obras de drenaje, taludes, señalamientos, cunetas, lavaderos y zonas reforestadas o restauradas. A partir de dichas revisiones podrán realizarse actividades de bacheo, limpieza, desazolve, chapeo de márgenes, retiro de residuos, reposición de señalamientos, pintura y reparaciones puntuales.

El mantenimiento de obras de drenaje será una actividad relevante durante la operación, ya que permitirá conservar la funcionalidad hidráulica de cunetas, lavaderos, pasos de agua y estructuras de drenaje mayor y menor. Estas actividades podrán incluir retiro de material azolvado, residuos, ramas, sedimentos o material terrígeno acumulado.

El mantenimiento rutinario también podrá generar residuos sólidos urbanos, restos vegetales producto del chapeo, material de limpieza, envases de pintura, señalamiento retirado, material asfáltico o pétreo producto de reparaciones menores y residuos asociados a actividades de conservación vial.

En conjunto, las fuentes de cambio durante la operación y mantenimiento se relacionan con el funcionamiento permanente de la vialidad, el tránsito vehicular, las actividades de conservación rutinaria, la limpieza y desazolve de obras de drenaje, el mantenimiento de señalamientos y la generación de residuos derivados de dichas actividades.

IV.1.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En este apartado se exponen las técnicas aplicadas y los criterios que se utilizaron para identificar a los impactos y los criterios para su valoración, posteriormente se presenta la asignación de valores

IV.1.3.1 Métodos de identificación y evaluación de impactos ambientales

La ocurrencia de impactos ambientales depende de la naturaleza de las obras y actividades, de su intensidad, extensión y duración, así como del estado ambiental previo de la RE, el AI y el AP. También depende de la capacidad de respuesta de los componentes ambientales y de las condiciones de sensibilidad del entorno, tales como fragmentación, erosión, escurrimientos, pérdida de cobertura vegetal, presión antrópica, conectividad ecológica y vulnerabilidad física del territorio.

Para la identificación de impactos ambientales se consideraron las etapas del Proyecto correspondientes a preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. La etapa de abandono no se considera como una fase convencional de cierre, debido a que el Proyecto corresponde a una terracería rural que se ampliará y mejorará; sin embargo, las actividades temporales asociadas a frentes de obra, patios de maniobra y áreas auxiliares deberán cerrarse y retirarse una vez concluidas las obras.

La identificación de impactos considera que los efectos ambientales dependen de:

- la naturaleza de las obras y actividades;
- la intensidad y duración de cada actividad;
- el estado ambiental existente en la RE, AI y AP;
- la capacidad de respuesta o resiliencia de los componentes ambientales;
- las condiciones de sensibilidad del entorno, incluyendo fragmentación, erosión, escurrimientos, degradación del suelo, pérdida de cobertura vegetal y conectividad ecológica.

Para garantizar un análisis ordenado, se utilizaron los siguientes insumos: descripción del Proyecto;

- resultados del diagnóstico ambiental de la RE, AI y AP;
- identificación de obras y actividades por etapa;
- fuentes de cambio en preparación del sitio y construcción;
- fuentes de cambio en operación y mantenimiento;
- componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de interacción con el Proyecto.

Estos elementos permitieron identificar las interacciones entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales susceptibles de presentar efectos adversos o benéficos.

CUADRO IV-2MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Identificación de Impactos	
Lista de verificación	Tomando como referencia la información del Capítulo II, en la que se describen las obras y actividades propias del proyecto.
Selección de indicadores ambientales	Se eligieron los indicadores ambientales susceptibles a los efectos derivados de la ejecución de las actividades constructivas, operacionales y de mantenimiento de la obra.
Matriz Causa Efecto	Corresponde propiamente a una adaptación de la Matriz de Presión-Estado-Respuesta (PER) de la OCDE.
Matriz de cribado de Identificación de impactos	Para la realización de la matriz de cribado, se emplea la información de la lista de verificación, así como los indicadores ambientales, con el fin de identificar las interacciones y con ello los impactos. De este modo, se construye una matriz simple, en la cual se ordenarán en las columnas las actividades del proyecto y sobre las filas los componentes, factores e indicadores ambientales que puedan ser afectados. El resultado de esta matriz permite saber cuáles son los impactos ambientales, adversos y/o benéficos causados por la acción de las actividades de la obra sobre uno o varios factores ambientales.
Valoración de Impactos	
Elección de criterios de valoración del impacto	Una vez identificadas las interacciones relevantes entre los indicadores ambientales y las actividades involucradas con el proyecto, se eligieron siete criterios con sus respectivos valores para determinar la dimensión del impacto, los cuales se enlistan a continuación:

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Magnitud del impacto (M) Extensión espacial (E) Duración de la acción (D) Sinergia (S) Acumulación (A) Controversia (C) Mitigación (T)
Valoración	Se obtendrán los índices de cada uno de los impactos identificados, con base en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. 1998: □ Índice Básico (MEDij) Índice Complementario (SACij) Índice de Importancia (Iij) Índice de Significancia del impacto (Gij). Esta metodología permitió un análisis global de los impactos ambientales identificados, y con ello se determinó el grado de importancia que éstos tendrán sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico para la zona donde se establecerá el Proyecto. Considerando, la significancia como "aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales" (Referencia: Art.3 del Reglamento de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental)
Clasificación de acuerdo con su significancia	Una vez obtenidos los valores de los Índices Básico, Complementario, de Importancia y de Significancia para cada impacto, se procedió a agrupar los resultados por valor numérico de acuerdo con el valor de Significancia en 4 categorías: Baja (0.01 al 0,259), Moderada (0,26 al 0,499), Alta (0,50 al 0,749) y Muy Alta (0,75 al 1).
Descripción de Impactos	
Descripción de los impactos identificados	En este caso la descripción de los impactos se presentará simultáneamente a la valoración, para facilitar su análisis. Dicha descripción de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del Proyecto indicará las características de sus atributos (magnitud, extensión, duración, sinergia, controversia, acumulación y mitigación).

La metodología anterior permite realizar un análisis sistemático de los impactos ambientales identificados, considerando tanto las características del Proyecto como las condiciones reales del territorio donde se desarrollará. De esta forma, la valoración de impactos incorpora el estado ambiental previo de la RE, el AI y el AP, así como la sensibilidad de los componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos involucrados.

Para efectos de la presente evaluación, se entenderá por impacto significativo aquel que, derivado de la acción humana o de procesos naturales inducidos o modificados por ésta, pueda provocar alteraciones relevantes en los ecosistemas, sus recursos naturales, la salud, la calidad ambiental o la continuidad de los procesos naturales, conforme al enfoque previsto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

La clasificación de los impactos se realizará a partir del valor de significancia obtenido para cada interacción evaluada. Los rangos considerados serán los siguientes: **baja** de 0.01 a 0.259; **moderada** de 0.26 a 0.499; **alta** de 0.50 a 0.749; y **muy alta** de 0.75 a 1.00.

IV.1.3.2 Identificación de Impactos

IV.1.3.2.1 Matrices Causa Efecto

IV.1.3.2.1.1 Matriz de Causa Efecto por la preparación y construcción

En el Cuadro IV-3, se resumen los efectos directos e indirectos que se pueden esperar a partir de las actividades necesarias para el desarrollo de las obras y actividades del proyecto.

La matriz causa–efecto muestra que, durante la etapa de preparación y construcción, los impactos se concentran principalmente en la **pérdida de cobertura vegetal**, el **movimiento y degradación del suelo**, la **generación de residuos** y la **disminución de la calidad del aire** por dispersión de partículas y operación de maquinaria. Los **efectos indirectos** más relevantes se relacionan con la **erosión**, la **alteración de cauces**, la **pérdida temporal de productividad agrícola**, la **contaminación del suelo por derrames** y el **desplazamiento de fauna**, especialmente en zonas donde la vegetación secundaria aún mantiene funciones ecológicas importantes. Asimismo, la participación de personal introduce riesgos asociados al manejo de residuos sanitarios y urbanos. En conjunto, esta fase se caracteriza por impactos **puntuales pero intensos**, con mayor peso sobre **suelo, vegetación, calidad del aire y fauna**, aunque de **duración temporal y mitigables** mediante medidas adecuadas de manejo de obra y control de residuos.

CUADRO IV-3 MATRIZ CAUSA EFECTO (ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN)

FUENTE DE CAMBIO	EFECTO DIRECTO	PRIMER FACTOR	EFECTO INDIRECTO	FACTOR SEGUNDO
Derribo de cubierta nativa / Cambio de Uso de Suelo en una superficie de 8.9 ha	Pérdida de cobertura vegetal secundaria derivada de Pino Encinos	Vegetación	Aumento de erosión hídrica y pérdida de suelo fértil	Suelo
Afectación a terrenos agrícolas en una superficie de 3.85 ha	Disminución del potencial productivo	Productividad	Compactación y pérdida de capacidad de infiltración	Suelo
Despalme en una superficie de 19.44 ha	Retiro de horizonte A y exposición de suelo	Paisaje / Suelo	Obstrucción de drenajes por escurrimiento de material	Agua / Suelo
Demoliciones y retiro de estructuras	Generación de residuos especiales	Paisaje	Dispersión, afectación visual y posible lixiviación	Suelo / Agua
Fresado de carpeta asfáltica en algunos segmentos del eje principal y del ramal en aproximadamente 1.5 Km	Generación de residuos y partículas	Paisaje / Atmósfera	Afectación temporal de aire y agua por dispersión	Suelo / Agua

FUENTE DE CAMBIO	EFECTO DIRECTO	PRIMER FACTOR	EFECTO INDIRECTO	FACTOR SEGUNDO
Cortes de excavación a lo largo de 10.29 Km	Exposición y movilidad de materiales	Paisaje	Aumento de partículas en aire y arrastre hacia cauces	Atmósfera / Agua
Operación de vehículos y maquinaria	Emisión de gases	Atmósfera	Disminución de calidad del aire, molestias y riesgos a salud	Salud / Flora-Fauna
Operación de vehículos y maquinaria	Incremento de ruido y vibración	Social–Salud	Desplazamiento de fauna y estrés para fauna local	Fauna
Operación de vehículos y maquinaria	Compactación del suelo	Suelo	Reducción de infiltración y pérdida de productividad	Suelo
Operación de vehículos y maquinaria	Derrames de aceites y combustibles	Suelo	Contaminación y toxicidad para flora y fauna	Flora/Fauna
Operación de vehículos y maquinaria	Aumento de tráfico	Atmósfera/Social	Riesgo a integridad humana y fauna atropellable	Salud/Fauna
Patios de maniobra	Ocupación de áreas agrícolas o abiertas	Suelo	Pérdida temporal de productividad	Suelo
Patios de maniobra	Compactación y contaminación de suelo	Suelo	Pérdida de fertilidad y aumento de escorrentía	Suelo
Patios de maniobra	Generación de residuos y riesgo de incendios	Suelo/Social	Degradación del sitio y pérdida de suelo	Suelo
Participación de personal	Generación de residuos sólidos urbanos	Suelo	Lixiviados hacia subsuelo	Agua subterránea
Participación de personal	Defecación al aire libre	Suelo	Contaminación microbiológica del subsuelo	Agua subterránea
Participación de personal	Captura o molestia a fauna	Fauna	Impacto en fauna NOM-059	Fauna
Participación de personal	Residuos orgánicos que atraen fauna nociva	Paisaje / Salud	Aumento de fauna sinantrópica	Salud–Social
Participación de personal	Generación de empleo	Social	Incremento de ingresos	Económico
Construcción y ampliación de vialidad	Sellado del suelo (asfalto)	Suelo	Reducción de infiltración y aumento escurrimiento	Agua / Suelo
Construcción y ampliación de vialidad	Riesgo a fauna de lento desplazamiento	Fauna	Pérdida de conectividad y atropellamientos	Fauna
Colocación de obras de drenaje	Modificación de cauces	Agua/Cauce	Pérdida de vegetación de galería	Vegetación
Colocación de obras de drenaje	Movimiento de tierra y concreto	Suelo/Agua	Riesgo de obstrucción o disminución de capacidad hidráulica	Agua

IV.1.3.2.1.2 Matriz de Causa Efecto por la Operación y Mantenimiento del Proyecto

En el Cuadro IV-4, se presenta un matriz de causa efecto. La matriz correspondiente a la etapa de operación y mantenimiento indica que los impactos ambientales son **menos intensos**, de **mayor recurrencia temporal**, y están ligados

principalmente al **tráfico vehicular**, la **emisión de gases y ruido**, y a la **generación de residuos provenientes del mantenimiento rutinario** (rebacheo, desazolve, reparación de señalamientos). Los efectos indirectos más relevantes se relacionan con la **contaminación potencial del suelo y aguas subterráneas** por derrames de aceites o manejo inadecuado de residuos; además, persiste el **riesgo de atropellamiento de fauna**, particularmente en especies de lento desplazamiento. En contraste, la operación ofrece **beneficios sociales** como la reducción de cuellos de botella, mejora en tiempos de traslado y fortalecimiento económico por empleos vinculados al mantenimiento. En conjunto, esta etapa presenta impactos **moderados**, mayormente **localizados y controlables**, cuya relevancia depende del manejo adecuado de residuos, del mantenimiento de drenajes y de la correcta señalización para proteger a la fauna y a las comunidades.

CUADRO IV-4MATRIZ CAUSA–EFECTO (ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)

FUENTE DE CAMBIO	EFECTO DIRECTO	PRIMER FACTOR	EFECTO INDIRECTO	FACTOR SEGUNDO
Operación normal de la vialidad (mayor flujo y velocidad de tránsito)	Disminución de cuellos de botella y tiempos de recorrido	Social–Económico	Reducción de episodios de alta concentración de contaminantes en puntos críticos	Calidad del aire / Salud
Operación normal de la vialidad	Incremento permanente de ruido de tráfico	Social–Salud	Molestias crónicas a población cercana y estrés acústico para fauna	Salud humana / Fauna
Operación normal de la vialidad	Incremento de riesgo de atropellamiento de fauna	Fauna	Reducción de poblaciones de especies de lento desplazamiento y fragmentación funcional	Fauna silvestre
Rebacheo, reencarpetado y mantenimiento de superficie de rodamiento	Generación de restos de mezclas asfálticas y materiales de rebacheo	Paisaje / Suelo	Posible contaminación del entorno por manejo inadecuado y ocupación temporal de sitios de acopio	Calidad ambiental / Suelo
Rebacheo, reencarpetado y mantenimiento	Emisión de partículas y polvo durante fresado puntual	Atmósfera	Disminución temporal de la calidad del aire en zonas de trabajo	Salud–Social
Desazolve de obras de drenaje y mantenimiento de señalamientos	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (sedimentos, chatarra, envases de pintura, trapos con solventes)	Paisaje / Suelo	Riesgo de contaminación de suelo y agua por disposición inadecuada o derrames	Calidad ambiental / Agua superficial y subterránea
Desazolve y mantenimiento	Recuperación de capacidad hidráulica de drenajes	Agua superficial	Disminución de encharcamientos y erosión asociada en taludes y márgenes	Suelo / Infraestructura
Operación de vehículos y maquinaria de conservación	Ruido y disminución temporal del confort sonoro	Social–Salud	Molestia a habitantes del AP durante jornadas de mantenimiento	Social
Operación de vehículos y maquinaria de conservación	Emisión de gases de combustión	Atmósfera	Disminución puntual de calidad del aire en frentes de trabajo	Salud–Social

FUENTE DE CAMBIO	EFECTO DIRECTO	PRIMER FACTOR	EFECTO INDIRECTO	FACTOR SEGUNDO
Operación de vehículos y maquinaria de conservación	Posibles derrames de combustibles, aceites y solventes	Suelo	Contaminación de suelo y migración hacia aguas freáticas	Agua subterránea
Participación de personal de operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos urbanos	Suelo	Formación de lixiviados y contaminación de subsuelo si no se manejan adecuadamente	Agua subterránea
Participación de personal	Defecación al aire libre y manejo inadecuado de residuos sanitarios	Suelo	Contaminación microbiológica del suelo y riesgo para mantos acuíferos someros	Agua subterránea / Salud
Participación de personal	Generación de residuos sanitarios en sanitarios móviles	Suelo / Salud	Atracción de fauna sinantrópica (roedores, insectos) si hay mal manejo	Salud–Social
Participación de personal	Empleo local para actividades de conservación rutinaria	Social–Económico	Aumento del ingreso familiar y fortalecimiento de la economía local	Desarrollo regional

IV.1.3.2.1.3 Matriz de Cribado

Acorde a los Cuadro IV-3 y IV-4 relacionado con las fuentes que pueden causar impactos directos e indirectos, se elaboró el Cuadro IV-5 para determinar el momento de ocurrencia de cada efecto.

CUADRO IV-5EFECTOS NEGATIVOS Y POSITIVOS ESPERADOS POR LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO SEGÚN LA ETAPA

CD	Impacto	Componente	Etapas	Observaciones
I-V1	**Pérdida de cobertura vegetal** nativa y secundaria	Vegetación	Preparación / Construcción	Se espera por el desmonte, cambio de uso de suelo para las ampliaciones, rectificaciones y cortes; comprende vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino en una superficie de 8.9 ha.
I-V2	**Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico** o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Vegetación	Preparación / Construcción	Puede presentarse en polígonos con vegetación nativa o secundaria. En la RE se registraron tres especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana* y *Abies religiosa*. Aunque dichas especies no fueron registradas durante los muestreos realizados en el AI y AP, no se descarta la posibilidad de encontrar individuos aislados durante las actividades previas al desmonte
I-S1	**Compactación del suelo**	Suelo	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Asociada al tránsito de maquinaria, operación de patios de maniobra, frentes de obra, áreas auxiliares, acopios temporales y circulación de vehículos durante actividades de mantenimiento. Este efecto se presentará principalmente dentro del AP, en la superficie de construcción y zonas de trabajo; no obstante, también puede manifestarse de manera puntual en el AI, particularmente en patios de maniobra, accesos temporales, áreas de resguardo de maquinaria y sitios de almacenamiento temporal de materiales.
I-S2	**Pérdida de suelo fértil** y exposición del horizonte superficial	Suelo	Preparación / Construcción	Derivada del despalme y retiro del horizonte superficial del suelo en la superficie de construcción.
I-S3	**Erosión** y arrastre de suelo	Suelo	Preparación / Construcción	Relacionada a despalme, cortes, taludes expuestos, rellenos, laderas y lluvias intensas.
I-S4	**Modificación puntual del relieve** y **posibles deslizamientos**	Suelo / Geomorfología	Construcción	Derivada de cortes de excavación, rellenos, nivelaciones y conformación de terracerías en zonas de ladera. **Este impacto deberá valorarse considerando la susceptibilidad natural de la RE a procesos de erosión, remoción en masa y escurrimiento superficial concentrado**, particularmente en los sectores del AI asociados a unidades de paisaje de mayor pendiente y fragilidad, como la **UP-3 Montaña**.
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	Suelo / Agua superficial	Construcción / Operación	Coligado con la pavimentación de la superficie de rodamiento. Este impacto se limita a la superficie sellada del Proyecto, estimada en **18.53 ha,** donde se reducirá la infiltración directa y se incrementará el escurrimiento superficial sobre la zona de rodamiento de la vialidad.

CD	Impacto	Componente	Etapas	Observaciones
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	Agua superficial / Suelo	Preparación / Construcción	En un riesgo inherente al movimiento de tierras, suelos expuestos, cortes, taludes y rellenos durante la temporada de lluvias. Este impacto puede manifestarse en zonas de escurrimiento, cañadas, cruces hidráulicos y obras de drenaje dentro del AP y sectores inmediatos del AI, incrementando el arrastre de materiales hacia cauces menores y la deposición de sedimentos sobre áreas con cobertura vegetal aledaña.
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	Agua superficial / Infraestructura hidráulica	Construcción / Mantenimiento	A lo largo del camino actual se identifican dos arroyos principales y múltiples escurrimientos menores. El impacto se relaciona con las actividades de construcción y mantenimiento que puedan incidir de manera puntual sobre estos cruces, cauces o zonas de escurrimiento, en particular durante la colocación, adecuación y/o limpieza de obras de drenaje.
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	Suelo / Agua superficial	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Asociado al manejo de combustibles, aceites, lubricantes, solventes, pinturas y operación de maquinaria. Este efecto puede ocurrir en todo el AI asi como patios de maniobras.
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	Suelo / Paisaje / Agua superficial	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Incluye material vegetal, suelo de despalme, material producto de excavación, residuos de construcción, envases, restos de mezcla asfáltica y residuos de mantenimiento.
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	Suelo / Salud pública	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Ligado al consumo de alimentos, uso de sanitarios portátiles, residuos del personal y operación temporal de frentes de obra.
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	Aire	Preparación / Construcción / Mantenimiento puntual	Derivada de despalme, cortes, excavaciones, tránsito en terracería, acarreo de materiales y trabajos de mantenimiento.
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	Aire	Preparación / Construcción / Operación / Mantenimiento	Asociada al uso de maquinaria, vehículos de carga, transporte local, equipo de construcción y tránsito vehicular.
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	Salud / Confort sonoro / Fauna	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Por la operación de la maquinaria, vehículos, cortes, compactaciones, transporte de materiales y actividades de conservación.
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	Fauna	Preparación / Construcción	Asociado a ruido, vibraciones, presencia de personal, maquinaria, remoción de vegetación y frentes de obra.
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	Fauna / Conectividad	Operación / Mantenimiento	Asociado al tránsito vehicular permanente y a la presencia de la vialidad pavimentada en el paisaje.

CD	Impacto	Componente	Etapas	Observaciones
I-F	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	Fauna	Preparación / Construcción	Riesgo asociado a la presencia de personal en frentes de obra, patios de maniobra y áreas auxiliares. Es relevante por la presencia registrada o potencial en la RE de especies en categoría de riesgo o de baja movilidad, como el ocelote (*Leopardus pardalis*), el lagarto escorpión de Gadow (*Mesaspis gadovii*) y la culebra listonada cabeza dorada (*Thamnophis chrysocephalus*), por lo que el impacto se considera principalmente preventivo y asociado al manejo de fauna durante las actividades previas y constructivas.
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	Paisaje	Preparación / Construcción	Asociada a cortes, taludes expuestos, acopios, patios de maniobra, maquinaria, residuos y pérdida temporal de cobertura vegetal. Se manifestará principalmente en zonas con mayor exposición visual dentro del AP y AI, particularmente en laderas abiertas, frentes de ladera, tramos cercanos a asentamientos humanos, cruces de escurrimientos, áreas agrícolas abiertas y sectores asociados a la **UP-1 Valle y terrazas de inundación** y **UP-4 Frente de ladera**, donde los frentes de obra pueden ser más perceptibles desde caminos y localidades cercanas..
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	Paisaje	Construcción / Operación	Se producirá por la conformación final de la carretera, ampliación de la sección de operación, cortes en ladera, rellenos, pavimentación y exposición de nuevas superficies visibles. Este impacto será más evidente en tramos con alta exposición visual, particularmente en frentes de ladera, zonas de montaña escarpada, áreas abiertas cercanas a localidades y sectores donde el trazo requiera cortes o rectificaciones geométricas.
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	Social / Agropecuario	Preparación / Construcción	Asociada a la ocupación de 3.85 ha de agricultura de temporal dentro de la superficie de construcción.
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	Social / Movilidad	Preparación / Construcción	Asociada a cierres parciales, tránsito de maquinaria, frentes de obra, polvo, ruido y restricciones temporales al paso.
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	Seguridad / Salud	Preparación / Construcción / Mantenimiento	Ell riesgo se relaciona con la operación de a maquinaria, tránsito de vehículos, excavaciones, taludes, obras de drenaje, acopios y frentes activos.
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	Seguridad / Vegetación / Suelo	Preparación / Construcción	Se puede producir uso de fogatas no autorizadas o manejo inadecuado de materiales inflamables.

CD	Impacto	Componente	Etapas	Observaciones
I-Ben1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	Social / Movilidad	Operación	Asociada al funcionamiento de la vialidad modernizada y a la mejora de la conectividad entre localidades.
I-Ben2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	Agua superficial / Infraestructura	Operación / Mantenimiento	Asociada a la operación y mantenimiento de obras de drenaje mayor y menor, cunetas, lavaderos y pasos de agua.
I-Ben3	Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria	Social / Económico	Preparación / Construcción / Operación / Mantenimiento	Asociada a contratación de personal para obra, vigilancia, actividades auxiliares, mantenimiento y conservación de la vialidad.

CD= Código

IV.1.3.3 Valores de los impactos

Una vez reconocidos los impactos potenciales negativos que se derivarán del proyecto, se generó una lista general de impactos, en el Cuadro IV-6 se indican las características que tendrán los mismos.

CUADRO IV-6LISTA DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO

CD	Impacto	Magnitud	Extensión	Duración	Norma / instrumento que puede dirimir controversia
I-V1	Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria	Alta	Local	Permanente	LGDFS y su Reglamento; LGEEPA y REIA, por cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
I-V2	Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo	Media	Local	Permanente	NOM-059-SEMARNAT-2010; LGVS; LGDFS, en caso de localizarse individuos durante actividades previas al desmonte.
I-S1	Compactación del suelo	Media	Local	Temporal	Sin NOM federal específica; se atiende mediante criterios de manejo de obra, control de tránsito y restauración de suelos.
I-S2	Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial	Media	Local	Permanente	Sin NOM federal específica; aplican criterios de conservación de suelo, rescate del horizonte orgánico y manejo de material de despalme.
I-S3	Erosión y arrastre de suelo	Alta	Local	Temporal	Sin NOM federal específica; se atiende mediante criterios de control de erosión, manejo de taludes, drenaje superficial y conservación de suelos.
I-S4	Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos	Alta	Local	Permanente	LGEEPA y REIA; criterios técnicos de estabilidad de cortes, rellenos, taludes y manejo geomorfológico del Proyecto.
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración	Media	Local	Permanente	Sin NOM específica; se relaciona con diseño hidráulico, manejo de escurrimientos, cunetas, lavaderos y obras de drenaje.

CD	Impacto	Magnitud	Extensión	Duración	Norma / instrumento que puede dirimir controversia
	directa en la franja pavimentada				
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	Media	Local	Temporal	Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, cuando exista interacción con cauces o zona federal; criterios de control de sedimentos y manejo de escurrimientos.
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	Media	Puntual	Temporal	Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; permisos o criterios aplicables para obras en cauces, escurrimientos o zonas federales, si corresponde.
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	Media	Local	Temporal	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, en caso de contaminación de suelo por hidrocarburos; LGPGIR para residuos peligrosos o de manejo especial, según corresponda.
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	Media	Local	Temporal	LGPGIR; normativa estatal y municipal aplicable en materia de residuos; criterios de manejo de residuos de construcción y de manejo especial.
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	Media	Puntual	Temporal	LGPGIR; normativa estatal y municipal aplicable en materia de residuos sólidos urbanos, saneamiento básico y manejo sanitario.
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	Media	Local	Temporal	NOM-025-SSA1-2014, como referencia para partículas PM10 y PM2.5 en aire ambiente.
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	Baja	Local	Temporal	NOM-045-SEMARNAT-2017 para vehículos a diésel; NOM-047-SEMARNAT-2014 para vehículos a gasolina, cuando aplique.
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	Media	Local	Temporal	NOM-081-SEMARNAT-1994, como referencia para ruido de fuentes fijas; normas de seguridad y salud ocupacional aplicables para trabajadores.
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	Media	Local	Temporal	LGVS; NOM-059-SEMARNAT-2010, cuando se trate de especies listadas; Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	Baja	Local	Permanente	LGVS; NOM-059-SEMARNAT-2010, cuando aplique; señalización preventiva, pasos de fauna y criterios de manejo de fauna en operación.

CD	Impacto	Magnitud	Extensión	Duración	Norma / instrumento que puede dirimir controversia
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	Media	Local	Temporal	LGVS; NOM-059-SEMARNAT-2010; restricciones de captura, daño, aprovechamiento o manejo no autorizado de fauna silvestre.
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	Media	Local	Temporal	Sin NOM federal específica; se atiende con criterios de orden, limpieza, manejo de frentes de obra, control de acopios y restauración de áreas intervenidas.
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	Media	Local	Permanente	LGEEPA y REIA; criterios de integración paisajística, restauración de áreas intervenidas y manejo de cortes y superficies expuestas.
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	Media	Local	Permanente	Sin NOM ambiental específica; se atiende mediante acuerdos de ocupación, liberación de derecho de vía, indemnización o gestión social aplicable.
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	Media	Local	Temporal	Normativa y criterios de seguridad vial, señalamiento temporal de obra y disposiciones técnicas aplicables de la SICT.
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	Media	Local	Temporal	Normas de seguridad y salud en el trabajo aplicables; señalamiento preventivo, control de tránsito y seguridad en frentes de obra.
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	Media	Local	Temporal	NOM-002-STPS-2010, prevención y protección contra incendios en centros de trabajo; criterios de seguridad en obra y manejo de materiales inflamables.
I-Ben1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	Alta	Local	Permanente	No aplica como controversia ambiental adversa; beneficio social y de conectividad regional.
I-Ben2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	Media	Local	Permanente	No aplica como controversia adversa; se relaciona con diseño, operación y mantenimiento de obras de drenaje mayor y menor.
I-Ben3	Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria	Media	Local	Temporal	No aplica como controversia ambiental adversa; beneficio socioeconómico asociado a la obra y conservación vial.

CD= Código, NOM=Norma Oficial Mexicana

IV.1.3.4 Forma de medición de los elementos y Factores Ambientales que pueden resultar afectados

A partir de la lista oficial de impactos identificados para el Proyecto, se reconocieron los elementos ambientales, factores e indicadores que permiten medir o verificar la posible manifestación de cada impacto durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

CUADRO IV-7ELEMENTOS AMBIENTALES, FACTORES E INDICADORES CON LOS QUE PUEDEN RECONOCERSE LOS POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES

Código	Elemento	Factor afectado	Evidencia del impacto	Indicador	Unidad
I-V1	Vegetación	Cobertura vegetal nativa y secundaria	Remoción de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino	Superficie de vegetación removida	ha
I-V2	Vegetación	Flora nativa con valor ecológico o en categoría de riesgo	Registro potencial de individuos de flora nativa relevante durante recorridos previos al desmonte	Individuos registrados o afectados	Número de individuos
I-S1	Suelo	Compactación del suelo	Compactación por tránsito de maquinaria, patios de maniobra, frentes de obra, acopios y áreas auxiliares	Superficie compactada	m^2 / ha
I-S2	Suelo	Horizonte superficial	Retiro de suelo fértil por actividades de despalme	Superficie o volumen de suelo removido	m^2 / m^3
I-S3	Suelo	Erosión y arrastre de suelo	Presencia de suelos expuestos, surcos, cárcavas, taludes erosionados o arrastre de material	Sitios con evidencia de erosión o arrastre	Número de sitios / m^2
I-S4	Suelo / Geomorfología	Relieve y estabilidad de laderas	Cortes, rellenos, modificación puntual del terreno, desprendimientos o indicios de inestabilidad	Sitios con modificación del relieve o inestabilidad visible	Número de sitios / longitud
I-S5	Suelo / Agua superficial	Infiltración directa en superficie sellada	Pavimentación y sellado de la superficie de rodamiento	Superficie sellada	ha
I-W1	Agua superficial / Suelo	Sedimentación en escurrimientos y obras de drenaje	Arrastre de materiales hacia escurrimientos, cañadas, cruces hidráulicos u obras de drenaje	Sitios con acumulación de sedimentos	Número de sitios / m^3
I-W2	Agua superficial / Infraestructura hidráulica	Cauces, escurrimientos y capacidad hidráulica	Intervención puntual en arroyos, escurrimientos menores, cruces hidráulicos u obras de drenaje	Cruces o escurrimientos intervenidos	Número de sitios

Código	Elemento	Factor afectado	Evidencia del impacto	Indicador	Unidad
I-W3	Suelo / Agua superficial	Contaminación puntual por derrames	Evidencia de derrames de combustibles, aceites, lubricantes, solventes o pinturas	Eventos o sitios con derrames	Número de eventos / sitios
I-R1	Residuos / Suelo / Paisaje	Residuos de construcción, excavación y mantenimiento	Generación de material vegetal, suelo de despalme, material de excavación, residuos de construcción o mantenimiento	Volumen de residuos o materiales generados	m^3 / kg
I-R2	Residuos / Salud pública	Residuos sólidos urbanos y sanitarios	Generación de residuos por presencia de personal en frentes de obra y áreas auxiliares	Residuos urbanos o sanitarios generados	kg / número de sitios
I-A1	Aire	Calidad del aire por partículas suspendidas	Presencia de polvo por despalme, cortes, excavaciones, tránsito en terracería y acarreo de materiales	Polvo visible o partículas suspendidas	Registro cualitativo / concentración
I-A2	Aire	Emisiones de combustión	Operación de maquinaria, vehículos, equipo de construcción y tránsito vehicular	Emisiones visibles de combustión	Número de unidades / registro cualitativo
I-H1	Salud / Confort sonoro / Fauna	Ruido y vibraciones	Incremento de ruido o vibración por maquinaria, vehículos, cortes, compactaciones y transporte de materiales	Nivel sonoro o eventos de ruido/vibración	dB(A) / número de eventos
I-F1	Fauna	Desplazamiento, estrés o ahuyentamiento	Ahuyentamiento o desplazamiento de fauna por ruido, maquinaria, personal, frentes de obra o remoción de vegetación	Registros de fauna desplazada o ahuyentada	Número de registros
I-F2	Fauna	Fauna de lento desplazamiento	Presencia de individuos expuestos durante desmonte, despalme, apertura de frentes o tránsito de maquinaria	Individuos encontrados, rescatados o afectados	Número de individuos
I-F3	Fauna / Conectividad	Atropellamiento y fragmentación funcional local	Cruces de fauna, eventos de atropellamiento o interrupción de movilidad local	Eventos de cruce o atropellamiento	Número de eventos
I-F4	Fauna	Manejo o molestia de fauna silvestre	Molestia, captura, manipulación o manejo no autorizado de fauna por presencia de personal	Eventos de molestia, captura o manejo inadecuado	Número de eventos
I-P1	Paisaje	Calidad visual temporal	Presencia de cortes, taludes expuestos, acopios, maquinaria, residuos o frentes de obra visibles	Sitios con alteración visual temporal	Número de sitios
I-P2	Paisaje	Modificación visible del paisaje	Cortes, taludes, rellenos, ampliación vial, pavimentación o superficies expuestas permanentes	Tramos con modificación visible del paisaje	Longitud / número de sitios

Código	Elemento	Factor afectado	Evidencia del impacto	Indicador	Unidad
I-Ag1	Social / Agropecuario	Superficie agrícola productiva	Ocupación de terrenos agrícolas de temporal incorporados al Proyecto	Superficie agrícola ocupada	ha
I-Soc1	Social / Movilidad	Movilidad local durante construcción	Cierres parciales, restricciones de paso, tránsito de maquinaria o afectación temporal al tránsito local	Eventos de restricción a la movilidad	Número de eventos
I-Soc2	Seguridad / Salud	Seguridad de población y trabajadores	Presencia de excavaciones, maquinaria, taludes, frentes activos, tránsito de obra o señalamiento insuficiente	Incidentes, casi accidentes o condiciones de riesgo	Número de eventos
I-Inc1	Seguridad / Vegetación / Suelo	Riesgo de incendio	Presencia de fogatas no autorizadas, material inflamable, manejo inadecuado de residuos o conatos de incendio	Eventos relacionados con fuego	Número de eventos
I-Ben1	Social / Movilidad	Conectividad y tiempos de traslado	Funcionamiento de la vialidad modernizada y mejora de movilidad entre localidades	Tiempo de traslado o condición de transitabilidad	Tiempo / registro cualitativo
I-Ben2	Agua superficial / Infraestructura	Funcionalidad hidráulica del camino	Obras de drenaje mayor y menor, cunetas, lavaderos y pasos de agua operando adecuadamente	Obras de drenaje funcionales	Número de obras
I-Ben3	Social / Económico	Empleo temporal y local	Contratación de personal para obra, vigilancia, actividades auxiliares, mantenimiento o conservación vial	Personal contratado	Número de personas

IV.1.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

IV.1.4.1 Método de valoración e importancia de los impactos

Posterior a desarrollar la matriz de impactos ambientales potenciales, se procedió a la aplicación de la técnica de Bojórquez Tapia (1998), cuyo objetivo es valorar los impactos ambientales. A partir del uso de matrices causa-efecto se aplican valores cualitativos predeterminados a fin de conocer la importancia de los impactos y su significancia real. Dicha técnica, es ampliamente utilizada en los estudios ya que la misma proporciona gran objetividad, si bien la técnica no es cuantitativa, permite conocer el valor del impacto acorde a dos tipos de indicadores que se pueden adjudicar a un efecto (básico y complementario). El conjunto de indicadores ambientales que se utiliza con este método puede alcanzar valores del 0 al 3.

Los criterios básicos son indispensables para definir la interacción entre la actividad y el componente ambiental, y como lo dice el mismo nombre, los criterios complementarios detallan la descripción que puede estar faltando en la interacción. A estos criterios se les otorga un valor en escala ordinal que corresponden al efecto de una actividad sobre la variable del componente ambiental seleccionado. Para tal fin, se limitó la escala de 1 a 3 para los criterios básicos, modificando la propuesta de la metodología original (Cuadro IV-8).

CUADRO IV-8 VALORES DE LOS CRITERIOS BÁSICOS MODIFICADA DE BOJÓRQUEZ – TAPIA.

ESCALA	MAGNITUD DEL IMPACTO (M)	EXTENSIÓN DEL IMPACTO (E)	DURACIÓN DE LA ACCIÓN (D)
Concepto	Intensidad de la afectación en el área de estudio definida por la superficie afectada.	Área de afectación con respecto al área disponible en la zona de estudio	Definida por la extensión en el tiempo de la acción y la repercusión del impacto ambiental.
1	Mínima. Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes en el área de estudio (< 15%) o cuando los valores de la afectación son menores a un 30% respecto al límite permisible.	Puntual. Ocurre y se extiende dentro del área del derecho de vía o en la zona de influencia a no más de 50 m del radio de la zona donde se puede producir el efecto.	Corta. Cuando la acción dura menos de 30 días.
2	Moderada. Cuando la afectación cubre una proporción intermedia del total de los recursos (30%) o si los valores de la afectación se ubican entre 31 y <75% respecto al límite permisible.	Local. Dentro de la zona de influencia a lo largo del AIP.	Media. Cuando la acción dura entre 2 a 5 años.
3	Alta. Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes o si los valores de la afectación rebasan el 75% respecto al límite permisible.	Regional. Los efectos podrían extenderse en la RE o más allá de la RE.	Permanente. Cuando el efecto será definitivo o residual.

Para los criterios complementarios la escala considerada fue de 0 a 3 con las siguientes definiciones (ver Cuadro IV-9).

CUADRO IV-9 VALORES DE LOS CRITERIOS COMPLEMENTARIOS (BOJÓRQUEZ-TAPIA, MODIFICADO)

ESCALA	SINERGIA (S)	ACUMULACIÓN (A)	CONTROVERSIA (C)
Concepto	Interacciones de orden mayor entre impactos	Presencia de efectos aditivos de los impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.	No existe. Cuando existen normas que regulan el impacto, y/o la sociedad civil local y regional NO manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre 2 actividades sobre el mismo componente.	Mínima. Cuando el impacto SI está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local Si manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de estas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre 3 actividades sobre el mismo componente.	Moderada. Cuando el impacto Si está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil regional SI manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las sumas de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre 4 o más actividades sobre el mismo componente.	Alta. Cuando el impacto NO está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional SI manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.

Con la aplicación de la técnica de Bojórquez-Tapia, se determinan dos valores que son: la importancia de cada uno de los impactos, así como su significado, y a efecto de lo anterior, se aplican los siguientes algoritmos:

Para determinar la intensidad del impacto (Iij) y la significancia del Impacto (Gij), es necesario calcular dos índices, que fueron denominados por su autor, como índice básico (MEDij) y el índice complementario (SACij), aplicando las siguientes formulas:

(1) $$MEDij = \frac{1}{9}(Mij + Eij + Dij)$$ Índice básico

(2) $$SACij = \frac{1}{9}(Sij + Aij + Cij)$$ Índice complementario

Una vez obtenidos los valores de los índices: básico y complementario, se calcula el índice de importancia o intensidad (Iij) y el Índice de Significancia (Gij), para cada uno de los impactos ambientales de la matriz.

Es importante mencionar que, para obtener el índice de significancia, Bojórquez-Tapia, se introduce otro criterio que es el de Mitigación (Tij), el cual indica la existencia y eficiencia de medidas de mitigación.

CUADRO IV-10CRITERIOS DE IMPORTANCIA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

ESCALA	CONCEPTO (Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación)
0	Nula. No hay medidas de mitigación
1	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25 %
2	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre un 25 y un 74%
3	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Estos índices se obtienen con las siguientes formulas:

(3) $Iij = MEDij\ \varphi$ Índice de Importancia intensidad

Donde:

(4) $Gij = Iij * [1 - (SACij)]$ Índice de Significancia

A estos índices se les clasifica según el intervalo del valor obtenido, colocándolos dentro de una de cuatro categorías como se muestra en el siguiente Cuadro V-12.

CUADRO IV-11 CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS ÍNDICES DE IMPORTANCIA Y SIGNIFICANCIA

CATEGORÍA	INTERVALO
Bajo	0 – 0.259
Moderado	0.26 – 0.499
Alto	0.50 – 0.749
Muy Alto	0.75 – 1

IV.1.4.2 Valoración de los Impactos Ambientales

En el Cuadro IV-12, se muestra la valoración a los 28 impactos ambientales que se identificaron para este proyecto, enseguida se presenta un breve análisis sobre los mismos.

CUADRO IV-12 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

CD	Impacto	M*ij*	E*ij*	D*ij*	S*ij*	A*ij*	C*ij*	T*ij*	MED*ij*	SAC*ij*	I*ij* *(intensidad)*	G*ij* *(significancia)*
I-V1	**Pérdida de cobertura vegetal** nativa y secundaria	3	2	3	**0**	**2**	0	2	**0.888888 89**	**0.222222 22**	**0.91246182 7**	**0.3042**
I-V2	**Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico** o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	2	2	3	0	1	1	2	**0.777777 78**	**0.222222 22**	**0.82245066 7**	**0.2742**

CD	Impacto	M*ij*	E*ij*	D*ij*	S*ij*	A*ij*	C*ij*	T*ij*	MED*ij*	SAC*ij*	I*ij* *(intensidad)*	G*ij* *(significancia)*
I-S1	**Compactación del suelo**	2	2	2	**0**	**1**	1	2	**0.66666667**	**0.22222222**	**0.72952492**	**0.2432**
I-S2	**Pérdida de suelo fértil** y exposición del horizonte superficial	2	2	3	0	0	1	2	**0.77777778**	**0.11111111**	**0.79980238 3**	**0.2666**
I-S3	**Erosión** y arrastre de suelo	3	2	2	1	1	0	3	**0.77777778**	**0.22222222**	**0.82245066 7**	**0**
I-S4	**Modificación puntual del relieve** y **posibles deslizamientos**	2	2	3	0	1	1	2	**0.77777778**	**0.22222222**	**0.82245066 7**	**0.2742**
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	2	2	3	0	1	0	1	**0.77777778**	**0.11111111**	**0.79980238 3**	**0.5332**
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	2	2	2	0	1	2	1	**0.66666667**	**0.33333333**	**0.76314282 8**	**0.5088**
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	2	1	2	0	1	1	2	**0.55555556**	**0.22222222**	**0.63307435 1**	**0.211**
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	2	2	2	0	1	0	2	**0.66666667**	**0.11111111**	**0.69738794 6**	**0.2325**
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y	2	2	2	0	1	1	2	**0.66666667**	**0.22222222**	**0.72952492**	**0.2432**

CD	Impacto	M*ij*	E*ij*	D*ij*	S*ij*	A*ij*	C*ij*	T*ij*	MED*ij*	SAC*ij*	I*ij* *(intensidad)*	G*ij* *(significancia)*
	mantenimiento											
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	2	1	2	0	2	1	2	**0.555555 56**	**0.333333 33**	**0.67580022 2**	**0.2253**
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	2	2	2	0	1	2	2	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.2544**
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	2	2	2	0	1	2	2	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.2544**
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	2	2	2	0	0	2	2	**0.666666 67**	**0.222222 22**	**0.72952492**	**0.2432**
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	2	2	2	0	2	0	3	**0.666666 67**	**0.222222 22**	**0.72952492**	**0**
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	1	2	3	1	1	1	2	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.2544**
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	2	2	2	0	1	1	2	**0.666666 67**	**0.222222 22**	**0.72952492**	**0.2432**
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	2	2	2	0	1	2	0	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.7631**

CD	Impacto	M*ij*	E*ij*	D*ij*	S*ij*	A*ij*	C*ij*	T*ij*	MED*ij*	SAC*ij*	I*ij* *(intensidad)*	G*ij* *(significancia)*
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	2	2	3	0	1	2	0	**0.777777 78**	**0.333333 33**	**0.84574029**	**0.8457**
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	2	2	3	0	1	2	0	**0.777777 78**	**0.333333 33**	**0.84574029**	**0.8457**
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	2	2	2	0	1	2	0	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.7631**
I-Soc 2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	2	2	2	0	1	2	0	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.7631**
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	2	2	2	0	1	2	0	**0.666666 67**	**0.333333 33**	**0.76314282 8**	**0.7631**
I-Ben 1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	3	2	3	0	1	0	0	**0.888888 89**	**0.111111 11**	**0.90059823 4**	**0.9006**
I-Ben 2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	2	1	3	0	1	0	0	**0.666666 67**	**0.111111 11**	**0.69738794 6**	**0.6974**
I-Ben 3	**Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria**	2	2	2	0	1	0	0	**0.666666 67**	**0.111111 11**	**0.69738794 6**	**0.6974**

IV.1.4.2.1 Nivel de intensidad de los impactos ambientales identificados

Con base en los valores obtenidos para el índice de intensidad **Iij**, los impactos identificados se ordenaron de mayor a menor intensidad. Este índice permite reconocer la relevancia potencial de cada impacto antes de considerar la reducción asociada a las medidas de mitigación, ya que se construye a partir del índice básico **MEDij** y del índice complementario **SACij**.

Los valores más altos de intensidad se relacionan con impactos permanentes o de mayor magnitud sobre componentes estructurales del ambiente, principalmente vegetación, suelo, relieve, paisaje y superficie productiva. Asimismo, dentro del grupo superior se incluye el beneficio asociado a la mejora de movilidad, por tratarse de un efecto positivo, permanente y directamente relacionado con el objetivo del Proyecto.

En el primer bloque de intensidad destacan los siguientes impactos:

- **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria — Iij = 0.912**.Corresponde al impacto adverso de mayor intensidad, debido a la combinación de magnitud alta, extensión local, duración permanente y acumulación sobre el componente vegetación.
- **I-Ben1 Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado — Iij = 0.901**. Impacto positivo de alta intensidad, asociado al funcionamiento permanente de la vialidad modernizada y a la mejora de conectividad entre localidades.
- **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial — Iij = 0.846**. Impacto adverso de alta intensidad por su duración permanente y por la modificación visible del paisaje en zonas con cortes, laderas y ampliación de la sección vial.
- **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto — Iij = 0.846**. Impacto adverso de alta intensidad, asociado a la ocupación permanente de superficies agrícolas dentro del área de construcción.
- **I-V2 Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo — Iij = 0.822**. Su intensidad deriva de la posible afectación a flora nativa relevante durante las actividades previas al desmonte, aun cuando las especies en riesgo registradas en la RE no fueron documentadas en el AI y AP.
- **I-S3 Erosión y arrastre de suelo — Iij = 0.822**. Impacto relevante por la condición serrana del Proyecto, la presencia de laderas, cortes, suelos expuestos y temporada de lluvias.
- **I-S4 Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos — Iij = 0.822**. Se relaciona con cortes, rellenos, nivelaciones y conformación de terracerías en zonas de ladera, por lo que su intensidad responde a la susceptibilidad física del terreno.

En un segundo bloque se ubican impactos con valores de intensidad entre **0.76 y 0.80**, asociados principalmente a suelo, agua superficial, atmósfera, fauna, paisaje, movilidad temporal, seguridad y riesgo de incendios. En este grupo se encuentran:

- **I-S2 Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial — Iij = 0.800**.

- I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada — Iij = 0.800.
- I-W1 Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje — Iij = 0.763.
- I-A1 Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas — Iij = 0.763.
- I-A2 Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo — Iij = 0.763.
- I-F2 Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local — Iij = 0.763.
- I-P1 Alteración temporal del paisaje por frentes de obra — Iij = 0.763.
- I-Soc1 Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción — Iij = 0.763.
- I-Soc2 Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores — Iij = 0.763.
- I-Inc1 Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio — Iij = 0.763.

Estos impactos reflejan las principales interacciones de la etapa de preparación del sitio y construcción, particularmente por movimiento de tierras, operación de maquinaria, apertura de frentes de obra, exposición de suelos, presencia de personal y modificación temporal del entorno inmediato.

En un tercer bloque se agrupan impactos con intensidad entre **0.69 y 0.73**, principalmente asociados a compactación, residuos, ruido, fauna y riesgos puntuales de contaminación:

- I-S1 Compactación del suelo — Iij = 0.730.
- I-R1 Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento — Iij = 0.730.
- I-H1 Incremento temporal de ruido y vibraciones — Iij = 0.730.
- I-F1 Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna — Iij = 0.730.
- I-F3 Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre — Iij = 0.730.
- I-W3 Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames — Iij = 0.697.
- I-Ben2 Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje — Iij = 0.697.
- I-Ben3 Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria — Iij = 0.697.

Finalmente, los valores menores de intensidad corresponden a:

- I-R2 Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal — Iij = 0.676.
- I-W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica — Iij = 0.633.

Estos impactos presentan menor intensidad relativa debido a su carácter puntual o temporal, aunque deberán mantenerse dentro del análisis por su relación con el manejo de residuos, saneamiento, escurrimientos y obras de drenaje.

En conjunto, la ordenación por intensidad muestra que los impactos adversos más relevantes antes de considerar la mitigación se concentran en la pérdida de cobertura vegetal, modificación del paisaje, afectación de suelos, modificación del relieve, erosión y ocupación de superficies agrícolas. Por su parte, los impactos benéficos de mayor intensidad se asocian con la mejora permanente de la movilidad y, en menor medida, con la funcionalidad hidráulica del camino y la generación de empleo.

CUADRO IV-13 IMPACTOS ORDENADOS POR SU INTENSIDAD

cd	impacto	*Intensidad*
I-V1	**Pérdida de cobertura vegetal** nativa y secundaria	0.912461827
I-Ben1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	0.900598234
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	0.84574029
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	0.84574029
I-V2	**Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico** o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.822450667
I-S3	**Erosión** y arrastre de suelo	0.822450667
I-S4	**Modificación puntual del relieve** y **posibles deslizamientos**	0.822450667
I-S2	**Pérdida de suelo fértil** y exposición del horizonte superficial	0.799802383
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	0.799802383
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	0.763142828
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	0.763142828
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	0.763142828
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	0.763142828
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	0.763142828
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	0.763142828
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	0.763142828
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	0.763142828
I-S1	**Compactación del suelo**	0.72952492
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	0.72952492
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	0.72952492
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	0.72952492
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	0.72952492
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	0.697387946
I-Ben2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	0.697387946
I-Ben3	**Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria**	0.697387946
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	0.675800222
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	0.633074351

IV.1.4.2.2 Nivel de significancia de los impactos ambientales

Con base en los valores obtenidos para el índice de significancia **Gij**, los impactos identificados se agruparon conforme a las categorías establecidas por la metodología aplicada: **baja** de 0 a 0.259; **moderada** de 0.26 a 0.499; **alta** de 0.50 a 0.749; y **muy alta** de 0.75 a 1.00.

De los **27 impactos valorados**, se identificaron **7 impactos con significancia muy alta**, **4 con significancia alta**, **4 con significancia moderada** y **12 con significancia baja**. Esta distribución refleja el efecto de las medidas de mitigación consideradas en el cálculo, particularmente en aquellos impactos que, aunque presentan alta intensidad inicial, cuentan con programas ambientales específicos para reducir su significancia residual.

En la categoría de **significancia muy alta** se ubican los impactos con valores superiores a 0.75. En este grupo destaca el impacto benéfico **I-Ben1 Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado**, con **Gij = 0.901**, que constituye el efecto positivo más relevante del Proyecto por su carácter permanente y su relación directa con la conectividad entre localidades.

Dentro de los impactos adversos de significancia muy alta se encuentran

- **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial** e **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto**, ambos con **Gij = 0.846**. Estos impactos mantienen una significancia elevada debido a su duración permanente y a que implican cambios directos sobre el paisaje y el uso productivo del suelo. También se ubican en esta categoría
- **I-P1 Alteración temporal del paisaje por frentes de obra**, **I-Soc1 Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción**, **I-Soc2 Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores** e **I-Inc1 Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio**, todos con **Gij = 0.763**.

En la categoría de **significancia alta** se registran cuatro impactos. Dos corresponden a impactos benéficos: **I-Ben2 Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje** e **I-Ben3 Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria**, ambos con **Gij = 0.697**. Los impactos adversos en esta categoría son **I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada**, con **Gij = 0.533**, e **I-W1 Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje**, con **Gij = 0.509**. Estos impactos se relacionan con cambios físicos sobre la superficie del camino, escurrimientos, obras de drenaje y dinámica superficial del agua.

En la categoría de **significancia moderada** se ubican los impactos **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria** con **Gij = 0.304**, **I-V2 Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo** con **Gij = 0.274**, **I-S4 Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos** con **Gij = 0.274**, e **I-S2 Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial** con **Gij = 0.267**. Aunque estos impactos presentan intensidad relevante, su significancia residual disminuye por la existencia de programas específicos de rescate de flora, manejo de germoplasma, restauración de suelos, reforestación, manejo de taludes y vigilancia ambiental.

La categoría de **significancia baja** agrupa impactos asociados a emisiones, compactación, residuos, ruido, fauna, derrames, residuos sanitarios y modificación puntual de escurrimientos. En este grupo se encuentran **I-A1**, **I-A2**, **I-F2**, **I-S1**, **I-R1**, **I-H1**, **I-F3**, **I-W3**, **I-R2** e **I-W2**, con valores entre **0.211 y 0.254**. Estos impactos se caracterizan por ser mayormente temporales, localizados o puntuales, y susceptibles de control mediante buenas prácticas de obra, manejo de residuos, control de maquinaria, supervisión ambiental y medidas preventivas.

Finalmente, los impactos **I-S3 Erosión y arrastre de suelo** e **I-F1 Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna** presentan **Gij = 0.000** debido a que en la valoración se asignó una capacidad de mitigación alta. Esto no significa que los impactos no existan, sino que su significancia residual se reduce de manera sustancial al considerar la aplicación de programas específicos de restauración de suelos, control de erosión, estabilización de taludes, manejo de escurrimientos, reforestación, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, así como el seguimiento mediante el Programa de Vigilancia Ambiental.

En conjunto, la significancia de los impactos muestra que los efectos residuales más relevantes se concentran en el paisaje, la ocupación de superficies agrícolas, la movilidad temporal durante la construcción, la seguridad en frentes de obra, el riesgo de incendios, el sellado del suelo y el aporte de sedimentos. Por su parte, los beneficios más significativos corresponden a la mejora de movilidad, la funcionalidad hidráulica del camino y la generación de empleo local.

CUADRO IV-14IMPACTOS ORGANIZADOS POR SU NIVEL DE SIGNIFICANCIA

cd	Impacto	*Significancia*
I-Ben1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	**0.90059823**
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	**0.84574029**
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	**0.84574029**
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	**0.76314283**
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	**0.76314283**
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	**0.76314283**
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	**0.76314283**
I-Ben2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	**0.69738795**
I-Ben3	**Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria**	**0.69738795**
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	**0.53320159**
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	**0.50876189**
I-V1	**Pérdida de cobertura vegetal** nativa y secundaria	**0.30415394**
I-V2	**Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico** o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	**0.27415022**
I-S4	**Modificación puntual del relieve** y **posibles deslizamientos**	**0.27415022**
I-S2	**Pérdida de suelo fértil** y exposición del horizonte superficial	**0.26660079**
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	**0.25438094**
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	**0.25438094**

I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	0.25438094
I-S1	Compactación del suelo	0.24317497
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	0.24317497
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	0.24317497
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	0.24317497
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	0.23246265
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	0.22526674
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	0.21102478
I-S3	Erosión y arrastre de suelo	0
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	0

IV.1.4.3 Descripción de Impactos Ambientales Negativos

Con base en la valoración realizada mediante la metodología de Bojórquez-Tapia modificada, se identificaron 27 impactos ambientales y socioambientales asociados al Proyecto, de los cuales 24 corresponden a impactos adversos y 3 a impactos benéficos.

La significancia residual de los impactos se determinó considerando la intensidad del impacto y la capacidad de mitigación esperada, de acuerdo con la existencia de programas ambientales específicos, entre ellos: Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos, acciones de reforestación en aproximadamente 24 ha, estabilización de taludes, adecuación de pasos de fauna y Programa de Vigilancia Ambiental.

IV.1.4.3.1 Vegetación

IV.1.4.3.1.1 I-V1. Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria

Iij = 0.912 muy alta ; Gij = 0.304, significancia moderada.

Este impacto deriva del desmonte y cambio de uso de suelo para la ampliación, rectificación y construcción de la vialidad. Comprende la remoción de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino en una superficie aproximada de 8.90 ha.

Aunque la intensidad del impacto es alta, su significancia residual se reduce a moderada debido a la aplicación de medidas de rescate de flora, rescate de germoplasma, reforestación compensatoria y restauración de áreas intervenidas.

IV.1.4.3.1.2 I-V2. Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo

Iij = 0.822 muy alta; Gij = 0.274, significancia moderada.

Este impacto se considera de carácter potencial y precautorio. En la RE se registraron especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana* y *Abies religiosa*. No obstante, dichas especies no fueron registradas durante los muestreos realizados en el AI y AP, **por lo que el impacto se asocia principalmente a la posibilidad de encontrar individuos aislados durante actividades previas al desmonte**.

Su significancia residual se considera moderada debido a la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de sp de Flora Nativa, que incluirá el rescate de individuos completos, manejo de germoplasma y supervisión previa a la remoción de vegetación.

IV.1.4.3.2 Suelo y geomorfología

IV.1.4.3.2.1 I-S1. Compactación del suelo

Iij = 0.730 muy alta; Gij = 0.243, significancia baja.

Este impacto se relaciona con el tránsito de maquinaria, operación de patios de maniobra, frentes de obra, acopios temporales, áreas auxiliares y circulación de vehículos durante mantenimiento. Se presentará principalmente dentro del AP, aunque puede manifestarse de manera puntual en sectores del AI asociados a patios, accesos temporales o áreas de resguardo de maquinaria.

La significancia residual es baja debido a que el efecto es temporal o localizado en zonas operativas, y puede atenderse mediante delimitación de áreas de trabajo, control de tránsito interno y restauración de superficies compactadas al cierre de frentes.

IV.1.4.3.2.2 I-S2. Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial

Iij = 0.800 muy alta; Gij = 0.267, significancia moderada.

Este impacto deriva del despalme y retiro del horizonte superficial del suelo en las áreas de construcción. Su importancia se relaciona con la pérdida temporal de la capa fértil, la exposición del suelo a procesos erosivos y la necesidad de manejo separado del material de despalme.

La significancia residual es moderada, debido a que el suelo superficial puede rescatarse, acopiarse y reutilizarse en acciones de arrope, restauración de taludes y reforestación.

IV.1.4.3.2.3 I-S3. Erosión y arrastre de suelo

Iij = 0.822 muy alta; Gij = 0.000, significancia residual baja o controlada.

La erosión y arrastre de suelo se relacionan con despalme, cortes, taludes expuestos, rellenos, laderas y lluvias intensas. Este impacto presenta una intensidad alta debido a las condiciones serranas del Proyecto y a la susceptibilidad natural del terreno.

No obstante, su significancia residual se reduce de manera sustancial por la aplicación del Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos, que incluirá acciones de control de erosión, manejo de escurrimientos, estabilización de taludes, obras de drenaje, revegetación y reforestación, que podrán compensar el impacto. **Por ello, el valor de significancia residual calculado es bajo, sin que ello implique inexistencia del impacto**.

IV.1.4.3.2.4 I-S4. Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos

Iij = 0.822 muy alta ; Gij = 0.274, significancia moderada.

Este impacto se asocia con cortes de excavación, rellenos, nivelaciones y conformación de terracerías en zonas de ladera. Su valoración considera la susceptibilidad natural de la RE a procesos de erosión, remoción en masa y escurrimiento superficial concentrado, particularmente en sectores del AI con mayor pendiente y fragilidad geomorfológica.

La significancia residual es moderada debido a que las modificaciones físicas del relieve serán puntuales, pero pueden mantenerse en el tiempo; por ello requieren manejo de taludes, control de escurrimientos y **acciones de restauración, es importante mencionar que el proyecto incluye la construcción de muros de gaviones que controlarán deslizamientos en la operación de esta vialidad.**

IV.1.4.3.2.5 I-S5. Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada

Iij = 0.800 muy alta; Gij = 0.533, significancia alta.

Este impacto se asocia con la pavimentación de la superficie de rodamiento. Se limita a la superficie sellada del Proyecto, estimada en 18.53 ha, donde se reducirá la infiltración directa y se incrementará el escurrimiento superficial sobre la plataforma vial.

Su significancia se mantiene alta porque el sellado es permanente en la franja pavimentada, aunque el efecto puede ser manejado mediante acciones de reforestación en una superficie de 24 ha así como la construcción de obras de drenaje, cunetas, lavaderos y conducción adecuada de escurrimientos.

IV.1.4.3.3 Agua superficial e infraestructura hidráulica

IV.1.4.3.3.1 I-W1. Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje

Iij = 0.763 muy alta; Gij = 0.509, significancia alta.

Este impacto se relaciona con movimiento de tierras, suelos expuestos, cortes, taludes y rellenos durante la temporada de lluvias. Puede manifestarse en zonas de escurrimiento, cañadas, cruces hidráulicos y obras de drenaje dentro del AP y sectores inmediatos del AI, incrementando el arrastre de materiales hacia cauces menores y la deposición de sedimentos sobre áreas con cobertura vegetal aledaña o causando obstrucción de cauces.

Su significancia es alta debido a la relación directa entre la obra, las pendientes, los escurrimientos y la dinámica de arrastre de materiales; sin embargo, puede reducirse

mediante control de sedimentos, limpieza de obras de drenaje, estabilización de taludes y manejo oportuno de materiales.

IV.1.4.3.3.2 I-W2. Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica

Iij = 0.633 muy alta; Gij = 0.211, significancia baja.

A lo largo del camino actual se identifican dos arroyos principales y múltiples escurrimientos menores. El impacto se relaciona con actividades de construcción y mantenimiento que puedan incidir de manera puntual sobre estos cruces, cauces o zonas de escurrimiento, particularmente durante la colocación, adecuación o limpieza de obras de drenaje.

La significancia residual es baja debido a que se trata de intervenciones puntuales y localizadas, cuya funcionalidad debe mantenerse mediante diseño hidráulico, limpieza y mantenimiento, además de que el proyecto incluye la construcción de 18 obras de drenaje asi como de múltiples lavaderos, contracunetas y cunetas.

IV.1.4.3.3.3 I-W3. Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames

Iij = 0.697 muy alta; Gij = 0.232, significancia baja.

Este impacto corresponde al riesgo de derrames de combustibles, aceites, lubricantes, solventes o pinturas durante la operación de maquinaria, vehículos y equipo. Puede presentarse en frentes de obra, patios de maniobra, áreas de resguardo de maquinaria, sitios de almacenamiento temporal de materiales y zonas donde se realicen actividades de mantenimiento menor.

Su significancia residual es baja debido a que corresponde a un evento potencial y puntual, sujeto a manejo preventivo mediante control de sustancias, capacitación, contención y atención inmediata de incidentes.

IV.1.4.3.4 Paisaje

IV.1.4.3.4.1 IP1. Alteración temporal del paisaje por frentes de obra

Iij = 0.763 muy alta; Gij = 0.763, significancia muy alta.

Este impacto se relaciona con cortes, taludes expuestos, acopios, patios de maniobra, maquinaria, residuos y pérdida temporal de cobertura vegetal. Se manifestará principalmente en zonas con mayor exposición visual dentro del AP y AI, particularmente en laderas abiertas, frentes de ladera, tramos cercanos a asentamientos humanos, cruces de escurrimientos, áreas agrícolas abiertas y sectores asociados a la UP-1 Valle y terrazas de inundación y UP-4 Frente de ladera.

Su significancia es muy alta debido a que no se asignó mitigación en la matriz de cálculo, por lo que el valor residual conserva la intensidad del impacto. No obstante, en la etapa de medidas podrá atenderse mediante orden, limpieza, control de acopios, retiro de residuos y manejo visual de frentes de obra.

IV.1.4.3.4.2 I-P2. Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial

Iij = 0.846 muy alta; Gij = 0.846, significancia muy alta.

Se producirá por la conformación final de la carretera, ampliación de la sección de operación, cortes en ladera, rellenos, pavimentación y exposición de nuevas superficies visibles. Será más evidente en tramos con alta exposición visual, particularmente en frentes de ladera, zonas de montaña escarpada, áreas abiertas cercanas a localidades y sectores donde el trazo requiera cortes o rectificaciones geométricas.

Su significancia se mantiene muy alta debido a su carácter permanente y visible, aun cuando puedan aplicarse acciones de restauración paisajística, revegetación y manejo de taludes.

IV.1.4.3.4.3 I-R1. Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento

Iij = 0.730 muy alta; Gij = 0.243, significancia baja.

Está asociado a la producción de residuos tales como material vegetal, suelo de despalme, material producto de excavación, residuos de construcción, envases, restos de mezcla asfáltica y residuos de mantenimiento. El impacto se relaciona con su generación, acopio temporal, traslado, reutilización o disposición.

La significancia residual es baja siempre que se mantenga la separación de materiales, control de acopios, retiro oportuno y disposición conforme a la naturaleza de cada residuo.

IV.1.4.3.4.4 I-R2. Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal

Iij = 0.676 muy alta; Gij = 0.225, significancia baja.

Este impacto se asocia con la presencia de personal en frentes de obra y áreas auxiliares, consumo de alimentos, uso de sanitarios portátiles y generación de residuos sólidos urbanos.

La significancia residual es baja por su carácter temporal y controlable mediante sanitarios portátiles, contenedores, limpieza de frentes y retiro periódico de residuos.

Para los dos impactos antes señalados se prevé establecer un reglamento que obligue a las empresas contratistas mantener orden en sus frentes de obras, ello con el fin de mitigar impactos sobre el paisaje que coadyuvarán en prevenir dispersión de residuos y contaminación de los elementos ambientales.

IV.1.4.3.5 Atmósfera, ruido y vibraciones

IV.1.4.3.5.1 I-A1. Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas

Iij = 0.763 muy alta; Gij = 0.254, significancia baja.

Se deriva del despalme, cortes, excavaciones, tránsito en terracería, acarreo de materiales y trabajos de mantenimiento. El impacto será temporal y asociado principalmente a frentes activos de obra.

Su significancia residual es baja debido a su temporalidad y a la posibilidad de control mediante riego, control de velocidad, manejo de materiales y mantenimiento de caminos de obra.

IV.1.4.3.5.2 I-A2. Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo

Iij = 0.763 muy alta; Gij = 0.254, significancia baja.

Este impacto se asocia al uso de maquinaria, vehículos de carga, transporte local, equipo de construcción y tránsito vehicular. Su manifestación será local y temporal durante la construcción, y recurrente durante operación y mantenimiento.

La significancia residual es baja debido a que puede controlarse mediante mantenimiento preventivo, reducción de tiempos de ralentí y uso adecuado de maquinaria y vehículos.

IV.1.4.3.5.3 I-H1. Incremento temporal de ruido y vibraciones

Iij = 0.730 muy alta; Gij = 0.243, significancia baja.

El impacto se relaciona con operación de maquinaria, vehículos, cortes, compactaciones, transporte de materiales y actividades de conservación. Puede ser perceptible en frentes cercanos a viviendas, asentamientos humanos o zonas de tránsito local.

Su significancia residual es baja por su carácter temporal y por la posibilidad de control mediante horarios de trabajo, mantenimiento de equipo, señalamiento y comunicación con la población cercana.

IV.1.4.3.6 Fauna

IV.1.4.3.6.1 I-F1. Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna

Iij = 0.730 muy alta; Gij = 0.000, significancia residual baja o controlada.

Este impacto se asocia con ruido, vibraciones, presencia de personal, maquinaria, remoción de vegetación y apertura de frentes de obra. Aunque la intensidad inicial es relevante, su significancia residual se reduce por la aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, así como por la supervisión ambiental previa y durante el desmonte.

El valor residual no implica ausencia del impacto, sino que éste puede reducirse sustancialmente mediante acciones preventivas, liberación gradual de frentes, rescate de individuos y capacitación al personal.

IV.1.4.3.6.2 I-F2. Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local

Iij = 0.763; Gij = 0.254, significancia baja.

Este impacto se relaciona con el tránsito vehicular permanente y la presencia de la vialidad pavimentada en el paisaje. Es relevante para fauna de lento desplazamiento y para especies que puedan cruzar el camino durante operación.

La significancia residual es baja debido a la incorporación de pasos de fauna, que serán establecidos acorde a los modelos de distribución de las especies más vulnerables y medidas de señalización, control de velocidad, vigilancia y adecuación de pasos de fauna, especialmente considerando los taxones más vulnerables.

IV.1.4.3.6.3 I-F3. Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre

Iij = 0.730 muy alta; Gij = 0.243, significancia baja.

Este impacto se asocia con la presencia de personal en frentes de obra, patios de maniobra y áreas auxiliares. Es relevante por la presencia registrada o potencial en la RE de especies en categoría de riesgo o de baja movilidad, como el ocelote (*Leopardus pardalis*), el lagarto escorpión de Gadow (*Mesaspis gadovii*) y la culebra listonada cabeza dorada (*Thamnophis chrysocephalus*).

La significancia residual es baja considerando la aplicación de inducción ambiental, prohibición de captura, vigilancia y protocolos de manejo de fauna.

IV.1.4.3.7 Componente agropecuario y social

IV.1.4.3.7.1 I-Ag1. Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto

Iij = 0.846 muy alta; Gij = 0.846, significancia muy alta.

Este impacto se asocia con la ocupación de 3.85 ha de agricultura de temporal dentro de la superficie de construcción. Su significancia es muy alta por su carácter permanente y por la pérdida de función productiva en las áreas incorporadas al Proyecto.

IV.1.4.3.7.2 I-Soc1. Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción

Iij = 0.763 muy alta; Gij = 0.763, significancia muy alta.

Este impacto se relaciona con cierres parciales, tránsito de maquinaria, frentes de obra, polvo, ruido y restricciones temporales al paso. Su significancia es muy alta debido a que la carretera tiene función de conectividad local y las obras se realizarán en una zona con asentamientos humanos cercanos y usos comunitarios del camino.

Es importante decir que existen brechas que podrán ser usadas de manera temporal.

IV.1.4.3.7.3 I-Soc2. Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores

Iij = 0.763; Gij = 0.763, significancia muy alta.

El riesgo se relaciona con operación de maquinaria, tránsito de vehículos, excavaciones, taludes, obras de drenaje, acopios y frentes activos. Su significancia es muy alta porque involucra seguridad de población y trabajadores durante la etapa constructiva.

IV.1.4.3.7.4 I-Inc1. Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio

Iij = 0.763; Gij = 0.763, significancia muy alta.

Este impacto se relaciona con la posible presencia de fogatas no autorizadas, manejo inadecuado de materiales inflamables, residuos o combustibles en frentes de obra, patios y áreas de acopio. Su significancia es muy alta en la matriz debido a que no se asignó mitigación en el cálculo; sin embargo, deberá atenderse mediante medidas específicas de prevención, control de materiales inflamables, capacitación y vigilancia.

IV.1.4.3.8 Impactos Positivos

IV.1.4.3.8.1 I-Ben1. Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado

Iij = 0.901; Gij = 0.901, significancia muy alta.

Es el impacto benéfico de mayor significancia. Se asocia con el funcionamiento de la vialidad modernizada, la reducción de tiempos de traslado, la mejora de conectividad entre localidades y el acceso a servicios.

IV.1.4.3.8.2 I-Ben2. Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje

Iij = 0.697 alto; Gij = 0.697, significancia alta.

Este impacto positivo se relaciona con la operación y mantenimiento de obras de drenaje mayor y menor, cunetas, lavaderos y pasos de agua. Su beneficio consiste en mejorar la conducción de escurrimientos y reducir problemas asociados a encharcamientos, obstrucciones o deterioro de la vialidad por falta de drenaje adecuado.

IV.1.4.3.8.3 I-Ben3. Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria

Iij = 0.697 alto; Gij = 0.697, significancia alta.

Este impacto benéfico se asocia con la contratación de personal para obra, vigilancia, actividades auxiliares, mantenimiento y conservación de la vialidad. Su significancia alta responde a la importancia del empleo local en una región con condiciones de marginación y dispersión territorial.

IV.1.4.4 Impactos residuales posteriores a la mitigación

Se consideran impactos residuales aquellos que persisten aun con la aplicación de medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación, debido a la permanencia del cambio físico, la ocupación de superficie o la recurrencia de actividades durante la operación.

Los impactos residuales más relevantes corresponden a:

- **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial.** Persistirá por la conformación final de la carretera, cortes en ladera, ampliación de la sección vial y superficies visibles.
- **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto.**

Persistirá en las superficies agrícolas ocupadas por la obra, debido al cambio permanente de uso de dichas áreas.

- **I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada.** Persistirá en la superficie pavimentada, donde la infiltración directa se reducirá y el escurrimiento será conducido mediante obras de drenaje.
- **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria.** Aunque será compensado mediante rescate, reforestación y restauración, el cambio de cobertura dentro de la huella del Proyecto será permanente.
- **I-F2 Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local.** Se mantiene como riesgo operativo recurrente, aunque reducible mediante señalización, control de velocidad, vigilancia y adecuación de pasos de fauna.

Los demás impactos se consideran temporales, puntuales o controlables mediante los programas ambientales propuestos, siempre que éstos sean aplicados de manera previa, simultánea y posterior a las actividades constructivas.

Con base en los índices calculados de intensidad y significancia, el Proyecto presenta un perfil de impactos diferenciados. Los impactos adversos residuales de mayor relevancia se concentran en paisaje, ocupación de superficies agrícolas, sellado del suelo, pérdida de cobertura vegetal y aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje.

No obstante, la SICT ejecutará junto con las empresas contratistas programas ambientales específicos que permiten reducir la significancia residual de impactos asociados a vegetación, fauna, suelo, erosión, escurrimientos y taludes. En particular, el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, el Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos, la reforestación de aproximadamente 24 ha, la adecuación de pasos de fauna y el Programa de Vigilancia Ambiental constituyen la base para controlar, mitigar o compensar los efectos negativos del Proyecto.

Los beneficios más relevantes corresponden a la mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado, la mejora en la funcionalidad hidráulica del camino y la generación de empleo temporal y local. Estos efectos positivos adquieren importancia en un contexto territorial caracterizado por localidades dispersas, condiciones de marginación y limitada conectividad.

En conclusión, bajo la aplicación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental, los impactos del Proyecto pueden mantenerse acotados principalmente al AP y sectores inmediatos del AI. Los impactos residuales se concentran en la huella vial, superficies agrícolas incorporadas, modificación visible del paisaje y sellado del suelo, mientras que los beneficios sociales y funcionales de la obra se consideran permanentes.

IV.2 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2.1 POLÍTICA AMBIENTAL Y ESTRATEGIAS

IV.2.1.1 Política Ambiental

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) tiene entre sus atribuciones integrar las distintas regiones del país mediante la modernización y conservación de la red carretera, con el propósito de mejorar la seguridad en el transporte de personas y bienes, reducir tiempos de traslado, fortalecer la conectividad territorial y contribuir al bienestar social y al desarrollo económico, procurando que dichas acciones se realicen de manera compatible con la protección del ambiente.

En este contexto, la modernización del camino E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras)–Coicoyán de las Flores–Límites Edos. Oax./Gro., con una meta de 9+380 km más ramal de 0.911 km, se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental con el fin de identificar, valorar y atender los impactos ambientales potenciales derivados de su ejecución.

Para compatibilizar la modernización de la infraestructura carretera con la conservación ambiental, el Proyecto incorpora criterios de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental, con base en las condiciones reales de la RE, el AI y el AP, así como en los impactos identificados y valorados en los apartados previos.

La estrategia ambiental del Proyecto se orienta a:

- Prevenir, mitigar y compensar los efectos negativos atribuibles al Proyecto.
- Atender los impactos sobre vegetación, suelo, agua superficial, fauna, paisaje, movilidad local y seguridad durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.
- Incorporar programas específicos de rescate, restauración, reforestación, manejo de fauna y vigilancia ambiental.
- Mantener la funcionalidad hidráulica del camino mediante obras de drenaje, cunetas, lavaderos y mantenimiento periódico.
- Reducir riesgos derivados del manejo de residuos, combustibles, maquinaria, frentes de obra y áreas auxiliares.
- Dar seguimiento a la aplicación de las medidas mediante evidencias documentales, fotográficas, bitácoras y reportes de cumplimiento.

Todas las medidas propuestas deberán ser verificables y aplicarse de manera previa, simultánea o posterior a las actividades constructivas, según corresponda. Para su diseño se consideraron los criterios de integridad funcional, capacidad de carga y calidad ambiental previstos en el marco de la evaluación de impacto ambiental.

La aplicación de la mayoría de las medidas requiere coordinación operativa, supervisión ambiental y control de obra; no obstante, algunas acciones, como el rescate de flora, el manejo de germoplasma, el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, así como la restauración de suelos y componentes hídricos, deberán ser ejecutadas por personal técnico especializado.

IV.2.1.2 Clasificación de las medidas de mitigación

Las medidas ambientales tienen por objeto evitar, reducir, corregir, restaurar o compensar los impactos identificados para el Proyecto. Su aplicación permite disminuir la probabilidad de ocurrencia de impactos, reducir su intensidad, limitar su extensión, favorecer la recuperación de los componentes ambientales afectados y atender los impactos residuales que no puedan evitarse por completo.

Para el presente Proyecto, las medidas se agrupan en las siguientes categorías:

- **Medidas preventivas.** Son aquellas orientadas a evitar que el impacto ocurra o a reducir su probabilidad de manifestación. Incluyen delimitación de áreas de trabajo, recorridos previos al desmonte, rescate de flora, ahuyentamiento de fauna, control de maquinaria, señalización, capacitación ambiental, manejo preventivo de residuos y prohibición de actividades no autorizadas.
- **Medidas de mitigación.** Son aquellas destinadas a reducir la magnitud, duración o extensión de los impactos que no puedan evitarse totalmente. Incluyen control de polvo, manejo de escurrimientos, control de sedimentos, manejo de taludes, limpieza de obras de drenaje, control de ruido, manejo de residuos, prevención de derrames y medidas de seguridad en frentes de obra.
- **Medidas de restauración.** Son aquellas dirigidas a recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de áreas intervenidas temporalmente. Incluyen arrope de taludes, aprovechamiento del suelo de despalme, revegetación, estabilización de superficies expuestas, restauración de áreas auxiliares y rehabilitación de sitios ocupados temporalmente.
- **Medidas de compensación.** Son aquellas aplicables a impactos que no pueden evitarse o revertirse completamente, como la pérdida de cobertura vegetal dentro de la huella del Proyecto. En este caso, se considera la reforestación de aproximadamente 24 ha, así como acciones complementarias de restauración de suelos y componentes hídricos.
- **Medidas de vigilancia y seguimiento.** Son aquellas orientadas a verificar la correcta aplicación y eficacia de las medidas ambientales. Se integran mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, bitácoras de obra, reportes fotográficos, registros de rescate, reportes de manejo de residuos, evidencia de mantenimiento y reportes de cumplimiento.

IV.2.1.3 Medidas para reducir impactos persistentes y residuales

En la evaluación se identificaron **27 impactos ambientales y socioambientales**, de los cuales **24 corresponden a impactos adversos** y **3 a impactos benéficos**. La trascendencia de los impactos adversos dependerá de la aplicación oportuna de las medidas propuestas, así como de la eficacia de la supervisión ambiental durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.

CUADRO IV-15 LISTA GENERAL DE IMPACTOS AMBIENTALES

CD	Impacto	Iij (intensidad)	Gij (significancia)
I-V1	Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria	0.912461827	0.304153942
I-V2	Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.822450667	0.274150222
I-S1	Compactación del suelo	0.72952492	0.243174973
I-S2	Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial	0.799802383	0.266600794
I-S3	Erosión y arrastre de suelo	0.822450667	0
I-S4	Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos	0.822450667	0.274150222
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	0.799802383	0.533201589
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	0.763142828	0.508761886
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	0.633074351	0.211024784
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	0.697387946	0.232462649
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	0.72952492	0.243174973
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	0.675800222	0.225266741
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	0.763142828	0.254380943
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	0.763142828	0.254380943
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	0.72952492	0.243174973
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	0.72952492	0
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	0.763142828	0.254380943
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	0.72952492	0.243174973
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	0.763142828	0.763142828
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	0.84574029	0.84574029
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	0.84574029	0.84574029
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	0.763142828	0.763142828
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	0.763142828	0.763142828
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	0.763142828	0.763142828
I-Ben1	Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado	0.900598234	0.900598234
I-Ben2	Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje	0.697387946	0.697387946
I-Ben3	Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria	0.697387946	0.697387946

El Proyecto se desarrolla sobre una terracería existente y su ramal, dentro de una matriz territorial previamente intervenida por caminos, asentamientos humanos, agricultura de temporal, áreas abiertas y actividades rurales. Por ello, varios procesos ambientales se encuentran presentes antes de la ejecución del Proyecto, entre ellos fragmentación local, presión sobre la vegetación, uso de leña, erosión, tránsito en caminos existentes, escurrimientos sin infraestructura suficiente y modificación histórica de áreas agrícolas y laderas.

No obstante, la modernización del camino generará impactos adicionales que deben atenderse mediante medidas específicas. Entre los impactos adversos de mayor relevancia se encuentran la pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria, la modificación puntual del relieve, el sellado del suelo, la reducción de infiltración directa en la franja pavimentada, el aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje, la modificación del paisaje, la ocupación de superficies agrícolas y los riesgos asociados a movilidad, seguridad e incendios durante la construcción.

Los impactos residuales más relevantes se asocian con aquellos efectos que persistirán aun con la aplicación de medidas, debido a la permanencia de la huella vial o al cambio físico del terreno. En este sentido, se reconocen como residuales principales:

I-V1. Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria, debido a la remoción de 8.90 ha de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino.

1) **I-S5. Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada**, por la pavimentación de la superficie de rodamiento.
2) **I-P2. Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial**, especialmente en laderas, frentes de montaña y sectores visualmente expuestos.
3) **I-Ag1. Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto**, por la ocupación de 3.85 ha de agricultura de temporal.
4) **I-W1. Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje**, particularmente durante lluvias y en zonas con cortes, taludes o suelos expuestos.
5) **I-F2. Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local**, asociado a la operación permanente de la vialidad.

Para reducir dichos impactos, el Proyecto contempla una estrategia integrada compuesta por el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, el Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos, la reforestación de aproximadamente 24 ha, la adecuación de pasos de fauna, acciones de control de erosión y estabilización de taludes, así como el Programa de Vigilancia Ambiental.

El resto de los impactos adversos se considera principalmente temporal, puntual o controlable, siempre que se apliquen medidas de manejo de obra, control de residuos, control de polvo, mantenimiento de maquinaria, manejo de combustibles, señalización, seguridad laboral, prevención de incendios, sanitarios portátiles y supervisión ambiental continua.

A continuación, se presentan las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para atender los impactos identificados, manteniendo la correspondencia con los códigos de impacto establecidos en la matriz de valoración.

IV.2.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

IV.2.2.1.1 Medidas para reducir efectos atmosféricos

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo

Marco normativo de referencia

- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente.
- NOM-041-SEMARNAT-2015, límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-2017, niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-2018, límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- Disposiciones estatales y municipales aplicables en materia de control de emisiones, tránsito, horarios de trabajo, verificación vehicular y control de polvo.
-

CUADRO IV-16ACCIONES PARA CONTROLAR AFECTACIONES A LA ATMÓSFERA POR AUMENTO DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS Y EMISIONES DE COMBUSTIÓN DURANTE DESMONTE, DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, MOVIMIENTO DE TIERRAS, ACARREO DE MATERIALES Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA

Acción	Objetivo
Delimitar previamente las áreas de trabajo, frentes de obra, patios de maniobra, accesos temporales y zonas de acopio.	Evitar intervenciones innecesarias fuera del AP y reducir superficies expuestas a generación de polvo.
Realizar el desmonte y retiro de vegetación de forma gradual, evitando remover superficies mayores a las requeridas por el avance de obra.	Reducir la exposición simultánea de suelo desnudo y la dispersión de partículas.
Ejecutar el despalme, cortes y excavaciones por frentes controlados, procurando reducir el tiempo entre la	Disminuir el periodo de emisión de polvo por suelos expuestos.

Acción	Objetivo
exposición del suelo y la conformación de terracerías, subrasante, base o superficie de rodamiento.	
Humectar frentes de obra, caminos de acarreo, patios de maniobra, zonas de carga y descarga, y áreas de acopio de materiales terrígenos, especialmente durante la temporada seca o con viento.	Reducir la resuspensión de partículas y mantener condiciones adecuadas de visibilidad y calidad del aire.
Evitar la aplicación de agua a presión directa sobre vegetación aledaña.	Prevenir daño mecánico a la vegetación y evitar estrés sobre hojas, ramas o plántulas cercanas.
Mantener húmedos o cubiertos los materiales finos producto de despalme, excavaciones, cortes y agregados pétreos cuando permanezcan temporalmente en sitio.	Evitar la dispersión de partículas por acción del viento o tránsito de maquinaria.
Transportar materiales en vehículos con carga cubierta, sin sobrecarga y, cuando sea necesario, en condiciones de humedad controlada.	Evitar pérdida de material durante el acarreo y dispersión de polvo hacia caminos, localidades o vegetación aledaña.
Definir rutas de acarreo y circulación interna, privilegiando caminos existentes y evitando tránsito innecesario fuera de las áreas autorizadas.	Reducir emisiones por recorridos adicionales y evitar dispersión de partículas en sectores no intervenidos.
Limitar la velocidad de circulación de maquinaria y vehículos dentro de frentes de obra, patios y caminos de acarreo.	Disminuir la generación de polvo por tránsito sobre terracerías o superficies expuestas.
Evitar la permanencia prolongada de materiales secos expuestos en zonas de escurrimiento, cañadas, áreas con vegetación o sitios próximos a localidades.	Reducir dispersión de partículas y prevenir arrastre de finos hacia zonas sensibles.
No realizar trituración, cribado o procesamiento innecesario de materiales dentro del AI, salvo que sea indispensable y se cuente con controles de polvo.	Evitar fuentes adicionales de partículas suspendidas y ruido.
Mantener maquinaria, vehículos y equipo en condiciones mecánicas adecuadas, con mantenimiento preventivo documentado.	Reducir emisiones de combustión, humo visible y fallas operativas.
Prohibir la operación prolongada de maquinaria y vehículos en ralentí cuando no estén realizando actividades.	Disminuir emisiones innecesarias de gases de combustión.
Verificar que los vehículos y maquinaria que utilicen gasolina, diésel, gas u otros combustibles cumplan con las normas aplicables en materia de emisiones, según corresponda.	Mantener el control de emisiones atmosféricas derivadas de fuentes móviles.
Favorecer la organización del transporte de personal, materiales y equipo mediante rutas y horarios definidos.	Reducir viajes innecesarios, emisiones de combustión y circulación dispersa en el AI.
Suspender o ajustar temporalmente actividades altamente emisoras de polvo cuando existan vientos fuertes, baja visibilidad o presencia de viviendas/localidades cercanas con afectación evidente.	Prevenir molestias a la población y reducir episodios puntuales de dispersión de partículas.
Realizar limpieza periódica de frentes de obra, patios, caminos de acceso y zonas de carga/descarga.	Disminuir acumulación de material fino susceptible de resuspensión.

Acción	Objetivo
Capacitar al personal y operadores sobre control de polvo, velocidad interna, cobertura de cargas, mantenimiento de equipo y prohibición de quemas.	Asegurar la aplicación continua de las medidas atmosféricas durante la obra.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Porcentaje de maquinaria y vehículos con mantenimiento vigente.** Meta: 100%. Alerta: presencia de humo visible, ruido anormal, fugas o falta de registro de mantenimiento.
- **Porcentaje de viajes de acarreo con carga cubierta o controlada.** Meta: 100%. Alerta: carga descubierta, sobrecarga o pérdida de material durante el traslado.
- **Aplicación de riego o humectación en frentes activos y caminos de acarreo.** Meta: conforme a condiciones climáticas y generación visible de polvo. Alerta: polvo persistente, depósitos visibles sobre vegetación, viviendas, equipos o reducción de visibilidad.
- **Velocidad de circulación en frentes de obra y caminos internos.** Meta: velocidad controlada conforme a señalamiento interno. Alerta: circulación a velocidad excesiva, huellas visibles de polvo o ausencia de señalización.
- **Reportes o quejas por polvo o emisiones.** Meta: atención inmediata. Alerta: una queja no atendida o reincidencia en el mismo frente de obra.
- **Presencia de materiales finos expuestos sin cobertura o humectación.** Meta: cero acopios secos sin control. Alerta: acopios con dispersión visible de partículas.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán bitácoras de riego y humectación, registros fotográficos georreferenciados, listas de verificación de maquinaria y vehículos, comprobantes o registros de mantenimiento, evidencia de cargas cubiertas, señalización de velocidad, croquis o rutas de acarreo, registros de capacitación al personal, reportes de supervisión ambiental y atención de quejas o incidencias relacionadas con polvo o emisiones.

IV.2.2.2 Medidas para Control de Ruido

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-H1	. Incremento temporal de ruido y vibraciones

Marco normativo a vigilar (síntesis)

NOM-081-SEMARNAT-1994 (límites de ruido para fuentes fijas; horarios diurno/nocturno).
NOM-080-SEMARNAT-1994 (ruido de escape de vehículos automotores).
NOM-011-STPS-2001 (ruido en centros de trabajo – para protección del personal).
Reglamentos y Bandos municipales (horarios de obra, verificación, tránsito).

CUADRO IV-17ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RUIDO Y VIBRACIÓN

ACCIONES	OBJETIVO
Planear frentes y secuencias para **no operar simultáneamente** equipos ruidosos (compactadores, martillos, fresadoras) cerca de viviendas/escuelas.	Disminuir picos de **Lmax** y **LAeq** en zonas sensibles.
Horarios de obra ruidosa: 08:00–18:00 h; prohibir actividades de alto impacto sonoro en noches/fines salvo emergencia con aviso previo.	Proteger horas de descanso de la población.
Establecer **perímetros silenciosos** de 150–200 m alrededor de escuelas, templos, unidades médicas y domicilios con personas vulnerables; reprogramar o usar equipos de baja emisión.	Proteger receptores sensibles.
Colocar **barreras acústicas temporales** (paneles de 2–3 m, OSB/madera con relleno, lonas acústicas) entre la fuente y viviendas cuando la distancia sea <100 m.	Atenuar 5–10 dB(A) en línea de vista.
Reubicación de plantas de energía/compresores ≥100 m de viviendas y **encapsular** generadores (cabinas acústicas, silenciadores).	Reducir ruido continuo de fuentes fijas.
Mantenimiento preventivo a maquinaria (silenciadores, montajes, escapes, amortiguadores).	Evitar aumentos de ruido por falla/holguras.
Preferir **alarmas de reversa de banda ancha** ("white-noise") en vez de pitidos tonales; prohibir **claxon** innecesario.	Bajar molestia por tonos penetrantes.
Pavimentar/estabilizar accesos y mantenerlos sin baches; **velocidad ≤ 20 km/h** en zona urbana.	Reducir vibración por tránsito y traqueteo.
Usar **colchonetas/caucho** en apoyos de plantas y en toques metal-metal (canaletas, tolvas).	Amortiguar vibración/impactos repetitivos.
Rutas de acarreo evitando calles angostas/centros y pasando lejos de escuelas y hospitales; señalización y control de horarios de paso.	Minimizar exposición de población al paso de camiones.
Forrar **canaletas y chutes**; evitar descargas libres de material; usar mangas/cascadas controladas.	Reducir golpes y ruido por vertidos.
Colocar **estacionamientos y patios de maniobra** a >150 m de viviendas cuando sea viable.	Alejar fuentes de ruido continuo.
Capacitación/inducción al personal: conducción suave, apagado de motores en espera >3 min, comunicación por radio.	Evitar aceleraciones y ralentí innecesarios.
Coordinar con autoridad municipal **avisos previos** a vecinos (volantes/WhatsApp) cuando haya trabajos ruidosos inevitables.	Reducir percepción de molestia y quejas.
Implementar **línea de quejas** y protocolo de respuesta (<48 h) con registro en bitácora.	Atender oportunamente inconformidades.
Monitoreo de ruido ambiental en receptores cercanos (LAeq, Lmax): previo, durante y posterior a frentes críticos.	Verificar cumplimiento/eficacia de medidas.
En labores que generen **vibración** (compactación pesada), realizar **inspección previa** de estructuras cercanas y, si es necesario, usar métodos alternativos (compactación por capas delgadas, equipos más ligeros).	Prevenir daños y reclamos patrimoniales.
Acometida eléctrica para equipos fijos; evitar plantas diésel.	Disminuir ruido y vibraciones de generación.

Indicadores/alertas

- **Cumplimiento de horario** de obra ruidosa (meta: 100%). **Alerta**: esfuerzos fuera de horario sin aviso.
- **Distancia y/o barreras** instaladas en frentes <100 m de receptores (meta: 100%). **Alerta**: ausencia de barrera donde aplica.
- **LAeq,diurno** en receptores clave comparado con línea base y límites locales; **Lmax** en eventos (p. ej., < 85 dB(A) en fachada). **Alerta**: rebases sostenidos.
- **% equipos con silenciador operativo** (meta: 100%). **Alerta**: fugas/escape libre.
- **Quejas atendidas en ≤48 h** (meta: 100%). **Alerta**: queja sin cierre.
-

IV.2.2.3 Medidas de mitigación para control de impactos geomorfológicos y en el suelo

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-S1	Compactación del suelo
I-S2	Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial
I-S3	Erosión y arrastre de suelo
I-S4	Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos

Marco normativo de referencia

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.
- NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.
- Disposiciones estatales y municipales aplicables en materia de movimiento de tierras, bancos de tiro, manejo de materiales, control de escurrimientos y sitios de disposición autorizados.
- Criterios técnicos aplicables para estabilidad de taludes, manejo de cortes, control de erosión, drenaje superficial y restauración de superficies intervenidas.

CUADRO IV-18ACCIONES PARA EL CONTROL DE COMPACTACIÓN, PÉRDIDA DE SUELO FÉRTIL, EROSIÓN, ARRASTRE DE SUELO Y MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL RELIEVE

Acción	Objetivo
Delimitar con precisión el AP, frentes de obra, patios de maniobra, accesos temporales, áreas de acopio y zonas auxiliares.	Evitar la ocupación innecesaria de superficies fuera del área autorizada y reducir la exposición adicional del suelo.

Acción	Objetivo
Prohibir maniobras, tránsito de maquinaria, almacenamiento de materiales o disposición de residuos fuera de las áreas previamente autorizadas.	Prevenir compactación, pérdida de suelo y afectaciones indirectas en zonas con vegetación, escurrimientos o superficies agrícolas.
Realizar el despalme únicamente en las superficies estrictamente requeridas para la construcción.	Evitar la pérdida innecesaria del horizonte superficial del suelo.
Retirar, separar y resguardar el horizonte superficial del suelo, evitando su mezcla con residuos de construcción, material pétreo, aceites, combustibles o residuos sólidos urbanos.	Conservar el suelo fértil para su posterior uso en arrope de taludes, restauración, revegetación o reforestación.
Acopiar el suelo orgánico en montículos estables, preferentemente de baja altura, con protección contra escurrimientos, dispersión por viento y arrastre durante lluvias.	Mantener la calidad del suelo rescatado y evitar su pérdida por erosión o lavado.
El suelo orgánico debe ser entregado a las brigadas de reforestación para uso en arrope de taludes, asi como para empleo en producción de plantas necesarias para reforestación	Reutiliza el suelo fértil en acciones de mitigación impactos
Entregar el suelo fértil a propietarios	Evitar conflictos sociales
Ubicar los acopios de suelo, material de excavación y agregados fuera de cauces, cañadas, zonas de escurrimiento, laderas inestables, áreas inundables o superficies con vegetación no autorizada para intervención.	Prevenir arrastre de sedimentos, obstrucción de drenajes y afectación a vegetación o cauces menores.
Reducir el tiempo entre despalme, cortes, nivelación, conformación de terracerías y colocación de capas estructurales.	Disminuir el periodo de exposición del suelo a lluvia, viento y escurrimiento superficial.
Ejecutar cortes, excavaciones y rellenos por frentes controlados, evitando dejar superficies extensas expuestas sin manejo.	Reducir la generación de sedimentos, erosión y desprendimiento de material.
Conformar taludes, cortes y rellenos con geometría estable, considerando pendiente, tipo de material, escurrimiento superficial y susceptibilidad del terreno.	Disminuir el riesgo de inestabilidad, desprendimientos o erosión concentrada.
Implementar bermas, cunetas de coronación, canales provisionales o desvíos temporales en la parte alta de cortes o frentes expuestos, cuando las condiciones de pendiente y escurrimiento lo requieran.	Evitar que el agua de lluvia escurra directamente sobre superficies desnudas, cortes o taludes en formación.
Colocar barreras de sedimentos, fajinas, pacas, cercos filtrantes, malla geotextil, trampas de lodos o estructuras equivalentes en bajantes, pies de talud, zonas de acopio y salidas de drenaje.	Interceptar sedimentos antes de que alcancen cañadas, escurrimientos, obras de drenaje o áreas con vegetación aledaña.
Proteger temporalmente superficies expuestas mediante cobertura vegetal muerta, acolchado, biomantas, geotextiles, enrocado, hidrosiembra u otros métodos apropiados al sitio.	Reducir erosión hídrica y eólica en taludes, rellenos y superficies desnudas.
Estabilizar progresivamente taludes y superficies expuestas conforme avance la obra, sin esperar al cierre total de los frentes.	Evitar que la erosión avance durante el periodo constructivo.

Acción	Objetivo
Reutilizar el suelo orgánico recuperado en actividades de restauración, arrope de taludes, revegetación y reforestación.	Favorecer la recuperación de cobertura vegetal y mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo.
Realizar escarificado o descompactación superficial en áreas temporales que hayan sido utilizadas como patios, acopios, accesos o zonas auxiliares, siempre que no formen parte de la superficie permanente de rodamiento.	Mejorar la estructura del suelo y favorecer infiltración, revegetación o recuperación de superficies intervenidas temporalmente.
Evitar la descarga directa de escurrimientos concentrados sobre taludes, laderas, rellenos o suelos desnudos.	Prevenir formación de cárcavas, socavación y arrastre de material.
Proteger salidas de cunetas, lavaderos y obras de drenaje mediante disipadores, enrocados, colchones hidráulicos o estructuras equivalentes cuando exista riesgo de erosión.	Disminuir la energía del escurrimiento y evitar socavación en puntos de descarga.
Retirar periódicamente material suelto, sedimentos, residuos y excedentes acumulados en bordes de plataforma, cunetas, accesos, patios y frentes de obra.	Reducir arrastre de finos hacia escurrimientos, cañadas y obras de drenaje.
Mantener limpieza y orden en patios de maniobra, frentes de obra y áreas de almacenamiento temporal.	Prevenir compactación innecesaria, dispersión de materiales y contaminación del suelo.
Capacitar al personal y operadores sobre delimitación de áreas, manejo de suelo fértil, control de erosión, acopios, tránsito interno y prohibición de disposición de materiales en cañadas o escurrimientos.	Asegurar que las medidas de protección de suelo y control geomorfológico se apliquen de manera continua en campo.
Supervisar cortes, taludes, rellenos y zonas de escurrimiento después de lluvias intensas.	Detectar oportunamente erosión, desprendimientos, acumulación de sedimentos o inestabilidad incipiente.
Integrar las acciones de control de erosión, estabilización de taludes, restauración de suelos y reforestación al Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos.	Vincular las medidas de mitigación con un programa ambiental verificable y con seguimiento durante y después de la construcción.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Superficie intervenida fuera del AP o de áreas autorizadas.** Meta: cero. Alerta: cualquier ocupación, maniobra, acopio o tránsito fuera de áreas autorizadas.
- **Suelo orgánico recuperado y resguardado.** Meta: rescate del suelo superficial aprovechable en frentes con despalme. Alerta: mezcla con residuos, material pétreo, combustibles o pérdida por arrastre.
- **Superficies expuestas sin protección temporal o definitiva.** Meta: protección progresiva conforme avance la obra. Alerta: permanencia de suelos desnudos en temporada de lluvias sin control de erosión.
- **Taludes o cortes con erosión visible, surcos, grietas, desprendimientos o material suelto.** Meta: atención preventiva. Alerta: presencia de cárcavas, desprendimientos o arrastre hacia escurrimientos.

- **Barreras de sedimentos y estructuras provisionales de control.** Meta: 100% funcionales en frentes críticos. Alerta: roturas, colapso, rebase o acumulación de sedimentos aguas abajo.
- **Trampas de sedimentos, cunetas o estructuras con acumulación de material.** Meta: retiro oportuno. Alerta: acumulación que reduzca la capacidad de conducción o retención.
- **Áreas temporales restauradas o descompactadas al cierre de uso.** Meta: atención de patios, accesos, acopios y zonas auxiliares no permanentes. Alerta: abandono de superficies compactadas sin restauración.
- **Superficie revegetada, arropada o estabilizada respecto del programa.** Meta: cumplimiento conforme al avance de obra. Alerta: retraso en estabilización o revegetación de taludes y superficies expuestas.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán bitácoras de despalme y manejo de suelo orgánico, registros de ubicación de acopios, fotografías georreferenciadas de frentes de obra, cortes, taludes y áreas restauradas, croquis de áreas autorizadas, reportes posteriores a lluvias, registros de limpieza de cunetas y trampas de sedimentos, evidencia de instalación de barreras o estructuras de control, reportes de escarificado o descompactación, registros de capacitación al personal y reportes de avance del Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos.

IV.2.2.4 Medidas para factor hídrico (Modificación puntual de cauces/capacidad hidráulica)

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames

Marco normativo de referencia

- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, en lo relativo a cauces, zonas federales, bienes nacionales y obras que puedan incidir sobre corrientes o escurrimientos.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, en caso de contaminación de suelo por hidrocarburos.
- Manual de Drenaje Carretero de la SICT y criterios técnicos aplicables para obras de drenaje mayor y menor, cunetas, lavaderos, cruces hidráulicos y protección contra socavación.

Disposiciones aplicables en materia de manejo de residuos, combustibles, aceites, lubricantes y sustancias susceptibles de contaminar suelo o escurrimientos.

CUADRO IV-19 ACCIONES PARA REDUCIR EL APORTE DE SEDIMENTOS, LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DE ESCURRIMIENTOS Y EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE SUELO Y AGUA SUPERFICIAL

Acción	Objetivo
Identificar previo al inicio de obra los arroyos, escurrimientos menores, cañadas, cruces hidráulicos, zonas de concentración de escorrentía y obras de drenaje existentes a lo largo del AP y sectores inmediatos del AI.	Reconocer los sitios hídricamente sensibles donde deberán reforzarse las medidas de prevención y control.
Delimitar físicamente las zonas de trabajo en cruces hidráulicos, cauces, cañadas y escurrimientos, evitando la ocupación innecesaria de márgenes o áreas no requeridas.	Reducir la intervención puntual sobre cauces, márgenes y zonas de escurrimiento.
Programar, en la medida de lo posible, las actividades en cauces, cruces o escurrimientos fuera de periodos de lluvia intensa.	Disminuir el riesgo de arrastre de sedimentos, turbidez, obstrucción o pérdida de control de materiales.
Ejecutar las obras de drenaje conforme al proyecto ejecutivo autorizado y a los criterios técnicos de diseño hidráulico aplicables.	Mantener la continuidad del flujo superficial y evitar reducción de la capacidad hidráulica.
Evitar rectificaciones, rellenos, desvíos o modificaciones innecesarias de cauces y escurrimientos.	Conservar la trayectoria natural del flujo y reducir alteraciones geomorfológicas puntuales.
Mantener, en lo posible, la sección hidráulica efectiva de los arroyos y escurrimientos intervenidos.	Evitar estrechamientos, represamientos, desbordamientos o concentración artificial del flujo.
Implementar obras provisionales de desvío, conducción o trabajo en seco cuando las condiciones del sitio lo requieran.	Reducir la incorporación de sedimentos al flujo durante la colocación o adecuación de obras de drenaje.
Colocar barreras de sedimento, fajinas, pacas, geotextiles, cercos filtrantes, trampas de lodos o estructuras equivalentes aguas abajo de frentes con movimiento de tierra.	Retener sedimentos antes de que lleguen a escurrimientos, cañadas u obras de drenaje.
Evitar el depósito temporal de suelo, material de excavación, residuos de construcción, agregados, material vegetal o sobrantes en cauces, cañadas, márgenes de arroyos, zonas inundables o áreas de escurrimiento.	Prevenir obstrucción de corrientes, arrastre de materiales y afectación a la capacidad hidráulica.
Ubicar los acopios de materiales en plataformas estables, fuera de zonas de escurrimiento, con protección contra lluvia y arrastre.	Evitar que los materiales sean movilizados hacia cauces o drenajes durante eventos de lluvia.
Retirar de manera oportuna excedentes de excavación, material suelto, residuos y sedimentos generados durante la construcción de obras de drenaje.	Mantener libres los cauces, entradas y salidas de obras hidráulicas.
Proteger entradas y salidas de alcantarillas, lavaderos, cunetas y obras de drenaje mediante enrocado, disipadores, colchones hidráulicos, gaviones, losas, aletas u obras equivalentes cuando las condiciones hidráulicas lo requieran.	Evitar socavación, erosión regresiva y formación de cárcavas aguas abajo.

Acción	Objetivo
Revisar que las descargas de cunetas, lavaderos y obras de drenaje no se dirijan directamente hacia taludes desnudos, laderas inestables o superficies susceptibles a erosión.	Reducir erosión localizada y arrastre de suelo hacia escurrimientos.
Mantener libres de residuos, sedimentos, ramas, material vegetal y basura las entradas, salidas y secciones internas de obras de drenaje.	Conservar la funcionalidad hidráulica de las estructuras durante construcción y operación.
Realizar inspecciones posteriores a lluvias intensas en cruces hidráulicos, cunetas, lavaderos, taludes, cañadas y obras de drenaje.	Detectar oportunamente azolve, erosión, obstrucción, socavación o daños en estructuras.
Establecer mantenimiento preventivo y correctivo de obras de drenaje durante operación, incluyendo limpieza, desazolve, retiro de residuos y revisión de protecciones.	Mantener la capacidad hidráulica del camino a lo largo de su vida útil.
Prohibir el lavado de maquinaria, equipo, herramientas, recipientes, ollas, canaletas o vehículos en cauces, escurrimientos, cañadas o zonas próximas a obras de drenaje.	Prevenir contaminación puntual de suelo y agua superficial.
Prohibir el mantenimiento mayor de maquinaria y vehículos en frentes de obra, cauces, cañadas o zonas de escurrimiento.	Reducir el riesgo de derrames de combustibles, aceites, lubricantes o solventes.
Establecer áreas específicas para abastecimiento de combustible, resguardo de maquinaria y almacenamiento temporal de aceites, lubricantes, pinturas o solventes, alejadas de escurrimientos y con medidas de contención.	Prevenir contaminación puntual por derrames o manejo inadecuado de sustancias.
Contar con material absorbente, charolas, contenedores, herramientas y equipo básico para atención inmediata de derrames en frentes de obra, patios y áreas de resguardo.	Controlar oportunamente eventos accidentales y evitar migración hacia suelo o escurrimientos.
Capacitar al personal y operadores sobre manejo de combustibles, prevención de derrames, protección de cauces, control de sedimentos y prohibición de disponer materiales en cañadas o escurrimientos.	Asegurar que las medidas hídricas se apliquen de manera constante durante la ejecución de la obra.
Registrar en bitácora cualquier intervención en cruces hidráulicos, limpieza de drenajes, retiro de sedimentos, derrame, obstrucción, lluvia intensa o evento relacionado con escurrimientos.	Contar con trazabilidad documental para verificar cumplimiento y corregir desviaciones.
Integrar las medidas de control de sedimentos, protección de escurrimientos, manejo de drenajes y prevención de derrames al Programa de Vigilancia Ambiental y al Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos.	Vincular la protección hídrica con programas ambientales verificables y con seguimiento.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Cruces hidráulicos, arroyos y escurrimientos identificados y delimitados antes de intervenir.** Meta: 100% de sitios intervenidos con delimitación previa. Alerta: actividades en cruces o escurrimientos sin delimitación.
- **Obras de drenaje con entrada y salida libres de obstrucción.** Meta: 100% funcionales. Alerta: presencia de sedimentos, residuos, ramas, material vegetal o material de construcción que reduzca la sección hidráulica.

- **Acumulación de sedimentos en cunetas, lavaderos, entradas o salidas de obras de drenaje.** Meta: retiro oportuno. Alerta: acumulación visible que reduzca la conducción o genere desvíos de flujo.
- **Barreras de sedimentos o estructuras de control instaladas en frentes críticos.** Meta: funcionales durante movimiento de tierras y lluvias. Alerta: roturas, rebase, colapso o sedimentos aguas abajo.
- **Sitios de acopio fuera de cauces, cañadas y zonas de escurrimiento.** Meta: 100%. Alerta: cualquier acopio o material suelto ubicado en zona de flujo.
- **Evidencia de erosión, socavación o cárcavas aguas abajo de descargas.** Meta: cero eventos sin atención. Alerta: presencia de erosión activa o socavación visible.
- **Eventos de derrame de combustibles, aceites, lubricantes, solventes o pinturas.** Meta: cero eventos; en caso de ocurrencia, atención inmediata. Alerta: cualquier derrame sin contención, registro o retiro de material contaminado.
- **Lavado o mantenimiento de maquinaria en zonas no autorizadas.** Meta: cero. Alerta: cualquier actividad de lavado o mantenimiento cerca de cauces, escurrimientos u obras de drenaje.
- **Inspecciones posteriores a lluvias intensas.** Meta: revisión de sitios críticos después de eventos relevantes. Alerta: falta de inspección o registro posterior a lluvias con arrastre visible.
- **Mantenimiento de obras de drenaje durante operación.** Meta: cumplimiento del programa de limpieza y desazolve. Alerta: obras con azolve, obstrucción o daño sin atención.
- **Evidencia y registro mínimo.** Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán croquis o planos de ubicación de cruces hidráulicos y escurrimientos, fotografías georreferenciadas antes, durante y después de la intervención, bitácoras de construcción y mantenimiento de obras de drenaje, registros de limpieza y desazolve, reportes posteriores a lluvias, evidencia de instalación de barreras de sedimentos, reportes de retiro de material acumulado, registros de capacitación, bitácora de manejo de combustibles y sustancias, reportes de incidentes o derrames, evidencia de contención y retiro de materiales contaminados, y reportes del Programa de Vigilancia Ambiental.

IV.2.2.5 Medidas para Paisaje

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial

Marco normativo de referencia

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, cuando las acciones se relacionen con restauración, revegetación o reforestación de superficies intervenidas.

- Criterios técnicos aplicables en materia de restauración de áreas intervenidas, manejo de taludes, control de erosión, orden y limpieza de frentes de obra.

CUADRO IV-20ACCIONES PARA REDUCIR LA ALTERACIÓN TEMPORAL Y MODIFICACIÓN PERMANENTE DEL PAISAJE

Acción	Objetivo
Delimitar físicamente los frentes de obra, patios de maniobra, acopios, accesos temporales y áreas auxiliares.	Evitar la expansión visual y física de la obra fuera de las superficies autorizadas.
Mantener orden y limpieza permanente en frentes de obra, patios, áreas de acopio y zonas de carga y descarga.	Reducir el desorden visual temporal asociado a maquinaria, residuos, materiales y superficies intervenidas.
Ubicar acopios de materiales, suelo de despalme, material de excavación y residuos fuera de zonas de alta exposición visual, escurrimientos, laderas inestables, cañadas y áreas con vegetación no autorizada para intervención.	Disminuir la afectación visual y evitar impactos secundarios sobre suelo, vegetación y agua superficial.
Evitar la permanencia innecesaria de maquinaria, vehículos, estructuras temporales, residuos o materiales en zonas visibles desde localidades, caminos o áreas agrícolas abiertas.	Reducir la percepción de deterioro temporal del paisaje durante la construcción.
Retirar periódicamente residuos, material vegetal, excedentes de excavación, empaques, restos de construcción y materiales fuera de uso.	Prevenir acumulación de elementos ajenos al paisaje y mantener condiciones adecuadas de limpieza.
Ejecutar cortes, rellenos y conformación de taludes conforme a diseño, evitando cortes innecesarios o superficies expuestas mayores a las requeridas.	Reducir la modificación visual permanente del relieve y limitar la exposición de nuevas superficies.
Estabilizar progresivamente taludes, cortes y superficies expuestas conforme avance la obra.	Disminuir el contraste visual de suelos desnudos y reducir procesos de erosión asociados.
Reutilizar el suelo orgánico recuperado en arrope de taludes, revegetación, restauración de áreas auxiliares y reforestación.	Favorecer la integración visual de superficies intervenidas y acelerar la recuperación de cobertura vegetal.
Realizar revegetación con especies nativas en taludes, áreas auxiliares y superficies temporales intervenidas que no formen parte de la superficie permanente de rodamiento.	Recuperar cobertura vegetal y reducir el impacto visual de áreas desnudas.
Priorizar la restauración de zonas con mayor exposición visual, especialmente frentes de ladera, laderas abiertas, tramos cercanos a asentamientos humanos, áreas agrícolas abiertas y sectores visibles desde caminos locales.	Atender primero los sitios donde la alteración paisajística puede ser más perceptible.
Evitar la disposición de materiales sobrantes en barrancas, cañadas, laderas, escurrimientos o áreas visibles no autorizadas.	Prevenir afectaciones visuales, erosión, obstrucción de escurrimientos y deterioro del paisaje.
Retirar instalaciones temporales, señalamiento provisional, residuos, materiales y estructuras auxiliares una vez concluido su uso.	Restituir el orden visual del sitio al cierre de frentes de obra.

Acción	Objetivo
Restaurar patios de maniobra, accesos temporales, áreas de acopio y superficies auxiliares al término de su utilización.	Reducir la permanencia de huellas temporales de obra en el paisaje.
Mantener señalamiento temporal ordenado, visible y en buen estado, retirándolo cuando deje de ser necesario.	Evitar saturación visual y mantener seguridad durante la construcción.
Integrar las acciones de restauración paisajística con el Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos y con las acciones de reforestación del Proyecto.	Asegurar que la recuperación del paisaje se atienda junto con suelo, vegetación y estabilidad de taludes.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Frentes de obra con residuos visibles, materiales dispersos o maquinaria fuera de áreas autorizadas.** Meta: cero frentes sin orden. Alerta: presencia de residuos, acopios o maquinaria fuera de sitio autorizado.
- **Taludes, cortes o superficies expuestas sin estabilización progresiva.** Meta: atención conforme avance la obra. Alerta: superficies desnudas visibles sin manejo o con erosión activa.
- **Áreas auxiliares restauradas al cierre de uso.** Meta: 100% de patios, accesos temporales y acopios restaurados. Alerta: abandono de áreas temporales sin limpieza, descompactación o restauración.
- **Acopios en zonas visibles o ambientalmente sensibles.** Meta: cero acopios en cañadas, escurrimientos, laderas inestables o zonas no autorizadas. Alerta: cualquier acopio fuera de sitio autorizado.
- **Retiro de instalaciones temporales y residuos al concluir actividades.** Meta: retiro completo. Alerta: permanencia de elementos temporales sin uso.
- **Superficie revegetada o restaurada respecto al programa.** Meta: cumplimiento conforme al avance. Alerta: retraso en restauración de taludes, áreas auxiliares o superficies intervenidas.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán fotografías georreferenciadas antes, durante y después de la intervención, bitácoras de limpieza y retiro de residuos, registros de ubicación de acopios, evidencia de restauración de patios y accesos temporales, reportes de estabilización y revegetación de taludes, registros de retiro de instalaciones temporales, recorridos de supervisión ambiental y reportes de avance del Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos.

IV.2.2.6 (Paisaje) Medidas para manejo de residuos de construcción, excavación, mantenimiento, residuos urbanos y sanitarios

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal

Marco normativo de referencia

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
- Ley y disposiciones estatales aplicables en materia de residuos en el estado de Oaxaca.
- Reglamentos municipales aplicables en materia de limpia, saneamiento, recolección y disposición de residuos.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, para la identificación y clasificación de residuos peligrosos, cuando corresponda.
- NOM-026-STPS-2008, sobre colores y señales de seguridad e higiene, para identificación de áreas de acopio, sanitarios y zonas de riesgo.
- NOM-001-SEMARNAT-2021, únicamente en caso de que se generen descargas de aguas residuales a cuerpos receptores nacionales.

CUADRO IV-21ACCIONES PARA MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, EXCAVACIÓN, MANTENIMIENTO, RESIDUOS URBANOS Y SANITARIOS

Acción	Objetivo
Elaborar e implementar un procedimiento de manejo de residuos para las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.	Establecer criterios de separación, almacenamiento temporal, transporte, reutilización y disposición final.
Separar los residuos desde su generación, diferenciando material vegetal, suelo de despalme, material de excavación, residuos de construcción, residuos urbanos, residuos sanitarios y residuos que puedan requerir manejo especial o peligroso.	Evitar mezclas que dificulten la reutilización, tratamiento o disposición adecuada.
Reutilizar, cuando sea viable, material de excavación y suelo apto en rellenos, arrope de taludes, restauración o actividades autorizadas del Proyecto.	Reducir el volumen de residuos enviados a disposición final y aprovechar materiales compatibles.
Evitar la disposición de residuos, materiales de excavación, empaques, restos de mezcla, material vegetal o suelo de despalme en cauces, cañadas, escurrimientos, laderas, barrancas, parcelas agrícolas o áreas no autorizadas.	Prevenir contaminación, obstrucción de drenajes, afectación visual, erosión y conflictos con propietarios.
Ubicar áreas de acopio temporal en superficies estables, señalizadas, fuera de cauces, escurrimientos, zonas inundables y vegetación no autorizada para intervención.	Reducir dispersión de residuos y riesgo de arrastre por lluvia.

Acción	Objetivo
Mantener contenedores diferenciados, con tapa y señalamiento visible para residuos urbanos, reciclables y residuos no aprovechables.	Favorecer orden, limpieza, higiene y trazabilidad del manejo de residuos.
Retirar periódicamente residuos de frentes de obra, patios, áreas de comida, zonas de descanso y áreas auxiliares.	Evitar acumulación, malos olores, dispersión, fauna nociva y deterioro visual.
Prohibir la quema de residuos, material vegetal, empaques, plásticos, aceites, solventes o cualquier material generado por la obra.	Evitar emisiones, riesgo de incendio y contaminación del suelo y aire.
Prohibir la disposición de residuos sanitarios al aire libre.	Prevenir contaminación microbiológica, malos olores y riesgos sanitarios.
Instalar sanitarios portátiles suficientes para el personal, considerando como referencia al menos un sanitario por cada 15 trabajadores, o la proporción que establezca la normativa o el proveedor autorizado.	Garantizar condiciones sanitarias adecuadas en frentes de obra.
Contratar el servicio de limpieza, retiro y disposición de residuos sanitarios mediante proveedor autorizado.	Evitar descargas no controladas y asegurar manejo sanitario de los residuos.
Habilitar puntos de lavado de manos o higiene básica en frentes de obra, áreas de comida y zonas de descanso.	Reducir riesgos sanitarios para el personal.
Mantener áreas de consumo de alimentos limpias, ordenadas y con contenedores cerrados.	Evitar atracción de fauna oportunista, insectos, roedores y generación de malos olores.
Prohibir el abandono de envases, trapos, estopas, recipientes de aceites, solventes, pinturas o combustibles en frentes de obra.	Prevenir contaminación puntual de suelo y escurrimientos.
Identificar y manejar de forma separada cualquier residuo que por sus características pueda considerarse peligroso o de manejo especial.	Cumplir la normatividad aplicable y evitar riesgos ambientales.
Mantener bitácoras de generación, acopio, retiro, reutilización o disposición de residuos.	Asegurar trazabilidad y evidencia de cumplimiento.
Capacitar al personal en segregación de residuos, uso de sanitarios, prohibición de tiraderos clandestinos, prohibición de quema y limpieza diaria de frentes.	Mejorar el cumplimiento operativo y reducir reincidencias.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Frentes de obra con residuos dispersos.** Meta: cero. Alerta: cualquier evidencia de residuos fuera de contenedores o sitios autorizados.
- **Contenedores disponibles, señalizados y con tapa.** Meta: 100% de puntos de generación. Alerta: ausencia de contenedores o saturación.
- **Frecuencia de retiro de residuos.** Meta: conforme al programa de manejo. Alerta: acumulación, malos olores o dispersión.
- **Sanitarios portátiles disponibles y funcionales.** Meta: cobertura suficiente para el personal. Alerta: sanitarios insuficientes, sucios, sin servicio o con quejas por olores.
- **Residuos de excavación o construcción en cauces, cañadas, laderas o parcelas.** Meta: cero. Alerta: cualquier disposición fuera de sitio autorizado.

- **Quema de residuos o material vegetal.** Meta: cero. Alerta: cualquier evidencia de quema, fogata o ceniza.
- **Bitácoras y comprobantes de retiro.** Meta: registros completos. Alerta: falta de evidencia documental.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán bitácoras de generación y retiro de residuos, registros fotográficos georreferenciados, comprobantes de recolección o disposición, reportes de limpieza de frentes, evidencia de sanitarios portátiles y servicios de limpieza, señalización de puntos de acopio, registros de capacitación, manifiestos o documentos aplicables para residuos que lo requieran, y reportes del Programa de Vigilancia Ambiental.

IV.2.2.7 Medidas para Vegetación

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-V1	Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria
I-V2	Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo

Marco normativo de referencia

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, en lo relativo al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, cuando aplique manejo de flora silvestre.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, para especies nativas de México en categoría de riesgo.
- NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, en materia de uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios.
- Disposiciones estatales y municipales aplicables en materia de vegetación, reforestación, viveros temporales y manejo de material vegetal.
-

CUADRO IV-22ACCIONES PARA REDUCIR IMPACTOS SOBRE VEGETACIÓN NATIVA Y SECUNDARIA

Acción	Objetivo
Delimitar y señalizar previamente las áreas autorizadas para desmonte, así como zonas de exclusión, vegetación a conservar y límites de frentes de obra.	Evitar afectación de vegetación fuera de las superficies autorizadas.
Restringir la remoción de vegetación al mínimo indispensable para la ejecución del Proyecto.	Reducir pérdida de cobertura vegetal y hábitat asociado.
Realizar recorridos previos al desmonte para identificar individuos de flora nativa relevante, especies de interés ecológico o individuos que puedan ser rescatados.	Aplicar medidas preventivas antes de la remoción de vegetación.

Acción	Objetivo
Aplicar las acciones del Programa de Rescate y Reubicación de Flora antes y durante las actividades de desmonte.	Conservar individuos completos, propágulos y germoplasma de especies nativas relevantes.
Incluir dentro del rescate, cuando sea viable, individuos completos, plántulas, semillas, estacas, frutos, suelo con banco de semillas y material vegetativo útil para restauración.	Aumentar la disponibilidad de material biológico local para reforestación y restauración.
Marcar, registrar y georreferenciar individuos sujetos a rescate, así como sitios de extracción, vivero temporal, resguardo o reubicación.	Dar trazabilidad al manejo de flora y facilitar el seguimiento.
Habilitar áreas temporales de resguardo o vivero, cuando se requiera, para recepción, mantenimiento y aclimatación de individuos rescatados.	Incrementar la supervivencia del material vegetal rescatado.
Evitar el uso de fuego durante desmonte, limpieza o disposición de material vegetal.	Prevenir incendios, emisiones y pérdida adicional de vegetación.
Separar el material vegetal generado durante el desmonte, evitando su mezcla con residuos de construcción, aceites, combustibles o residuos sólidos urbanos.	Facilitar su aprovechamiento como cobertura muerta, mulch, barreras vegetales o material de restauración.
Aprovechar el material vegetal compatible en acciones de control de erosión, cobertura temporal, acolchado, fajinas o restauración de taludes, cuando sea técnicamente viable.	Reducir erosión y favorecer la reincorporación de materia orgánica.
Prohibir el tránsito de maquinaria, almacenamiento de materiales o apertura de accesos sobre parches de vegetación no autorizados para intervención.	Evitar pérdida indirecta de vegetación y compactación en zonas conservadas.
Capacitar al personal sobre límites de desmonte, especies relevantes, prohibición de tala no autorizada, prohibición de quemas y manejo del material vegetal.	Reducir daños accidentales y mejorar el cumplimiento en campo.
Ejecutar reforestación compensatoria en aproximadamente 24 ha con especies nativas acordes con las condiciones ambientales del sitio.	Compensar la pérdida de cobertura vegetal y contribuir a la recuperación de funciones ecológicas.
Priorizar especies nativas locales y material genético compatible con la RE, AI y AP.	Favorecer la adaptación, supervivencia y funcionalidad ecológica de la reforestación.
Dar mantenimiento a las áreas reforestadas mediante riego de auxilio, reposición de planta muerta, protección contra herbivoría, control de competencia y vigilancia.	Incrementar supervivencia y establecimiento de la reforestación.
Integrar las acciones de rescate de flora, manejo de germoplasma, restauración y reforestación al Programa de Vigilancia Ambiental.	Verificar aplicación, eficacia y cumplimiento de las medidas.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Superficie desmontada respecto de la autorizada.** Meta: no exceder la superficie autorizada. Alerta: cualquier afectación fuera de límites.
- **Frentes con recorrido previo al desmonte.** Meta: 100%. Alerta: inicio de desmonte sin recorrido o liberación ambiental.

- **Individuos o germoplasma rescatado respecto del plan.** Meta: cumplimiento conforme al Programa de Rescate de Flora. Alerta: omisión de rescate en frentes con vegetación nativa.
- **Material vegetal separado y aprovechado o dispuesto adecuadamente.** Meta: 100%. Alerta: mezcla con residuos, abandono o quema.
- **Superficie reforestada respecto de la meta.** Meta: cumplimiento conforme al programa. Alerta: retraso o superficie menor a la programada.
- **Supervivencia de reforestación.** Meta: la establecida en el programa correspondiente. Alerta: supervivencia por debajo de la meta o ausencia de reposición.
- **Incidencias por tala, quema o afectación no autorizada.** Meta: cero. Alerta: cualquier evento.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán actas o registros de liberación de frentes, bitácoras de rescate de flora, fichas de individuos o germoplasma rescatado, fotografías georreferenciadas, croquis de zonas de desmonte y exclusión, registros de vivero o resguardo temporal, evidencias de reubicación, reportes de reforestación, listas de especies utilizadas, registros de mantenimiento y reportes del Programa de Vigilancia Ambiental.

IV.2.2.8 Medidas para prevenir incendios en frentes de obra, patios y áreas de acopio

Impacto objetivo

Código	Impacto
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio

Marco normativo de referencia

- NOM-002-STPS-2010, condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008, colores y señales de seguridad e higiene.
- NOM-154-SCFI-2005, equipos contra incendio, extintores y servicio de mantenimiento, cuando aplique.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en lo relativo a prohibición de quema y manejo adecuado de residuos.
- NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, en materia de uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios.
- Disposiciones de Protección Civil y bandos municipales aplicables.

CUADRO IV-23ACCIONES PARA PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

Acción	Objetivo
Establecer y difundir una política interna de cero fuego en frentes de obra, patios, acopios y áreas auxiliares.	Evitar quemas, fogatas y fuentes de ignición no autorizadas.
Prohibir la quema de residuos, material vegetal, empaques, plásticos, aceites, solventes o cualquier material generado durante la obra.	Prevenir incendios, emisiones y contaminación.
Prohibir fogatas, brasas, pirotecnia, quema de maleza o uso de fuego para limpieza de áreas.	Reducir riesgos de propagación hacia vegetación, suelos y áreas rurales.
Controlar trabajos en caliente, como soldadura, corte o uso de esmeril, mediante autorización previa, supervisión y equipo contra incendio disponible.	Prevenir conatos asociados a chispas o fuentes de calor.
Mantener frentes de obra, patios y acopios libres de residuos combustibles acumulados.	Reducir carga combustible y riesgo de propagación.
Almacenar combustibles, lubricantes, solventes y pinturas en áreas ventiladas, señalizadas y con contención secundaria.	Disminuir riesgo de incendio y derrames.
Prohibir el abastecimiento de combustible con motores encendidos.	Reducir probabilidad de ignición accidental.
Instalar extintores adecuados, señalizados y en condiciones operativas en patios, áreas de resguardo, oficinas móviles, zonas de combustibles y frentes donde se realicen trabajos con riesgo.	Permitir respuesta inicial ante conatos de incendio.
Designar zonas específicas para fumar, con recipientes metálicos para colillas, y prohibir fumar en patios, acopios, frentes de obra y zonas con combustibles.	Evitar ignición por colillas o descuido.
Realizar patrullajes o recorridos de inspección para detectar fogatas, colillas, acumulación de material combustible, cables dañados o condiciones de riesgo.	Identificar y corregir condiciones de incendio de manera preventiva.
Capacitar al personal en prevención de incendios, uso de extintores, reporte de emergencias y prohibición de quemas.	Fortalecer la respuesta operativa y reducir conductas de riesgo.
Mantener libres los accesos para vehículos de emergencia y puntos de reunión.	Facilitar la atención de emergencias.
Suspender o reforzar medidas preventivas en condiciones de viento fuerte, estiaje o presencia de material vegetal seco.	Ajustar la operación al nivel de riesgo ambiental.
Registrar incidentes, conatos, hallazgos y acciones correctivas en bitácora.	Asegurar trazabilidad y mejora continua.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Eventos de quema, fogata o fuego no autorizado.** Meta: cero. Alerta: cualquier evidencia de fuego.
- **Extintores disponibles, vigentes y señalizados.** Meta: 100% en sitios requeridos. Alerta: equipo vencido, descargado, ausente o sin señalamiento.
- **Residuos o material combustible acumulado.** Meta: cero acumulaciones sin control. Alerta: presencia de residuos combustibles en frentes, patios o acopios.

- **Áreas de combustibles con contención y señalización.** Meta: 100%. Alerta: almacenamiento sin control o cercano a vegetación, residuos o fuentes de calor.
- **Personal capacitado.** Meta: cumplimiento conforme al programa de capacitación. Alerta: personal operando sin inducción.
- **Conatos o incidentes por fuego.** Meta: cero. Alerta: cualquier evento activa revisión y medidas correctivas.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar la aplicación de estas medidas se integrarán bitácoras de inspección, registros fotográficos, inventario y revisión de extintores, listas de asistencia a capacitación, señalización de zonas de riesgo, registros de almacenamiento de combustibles, reportes de incidentes o conatos, y evidencias de acciones correctivas.

IV.2.2.9 Medidas para mitigar impactos sobre superficie agrícola

Impacto objetivo

Código	Impacto
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto

Marco normativo de referencia

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Disposiciones aplicables en materia de ocupación, liberación de derecho de vía, acuerdos con propietarios o poseedores y gestión social del Proyecto.
- Criterios técnicos aplicables para manejo de suelo, despalme, restitución de superficies, control de erosión y manejo de escurrimientos.

CUADRO IV-24ACCIONES PARA REDUCIR LA DISMINUCIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO AGRÍCOLA

Acción	Objetivo
Delimitar físicamente las superficies agrícolas que serán incorporadas al Proyecto, evitando ocupaciones adicionales.	Reducir afectaciones fuera de la superficie prevista para construcción.
Informar previamente a propietarios, poseedores o usuarios de las superficies agrícolas sobre el alcance de la intervención, conforme a los mecanismos de gestión social aplicables.	Prevenir conflictos y favorecer acuerdos claros.
Restringir tránsito de maquinaria, acopios, almacenamiento de materiales y disposición de residuos en parcelas no autorizadas.	Evitar compactación, contaminación o pérdida productiva adicional.
Rescatar y manejar por separado el horizonte superficial del suelo en superficies agrícolas intervenidas, cuando sea técnicamente viable y entregarlo a los propietarios de los terrenos.	Conservar suelo fértil para su reutilización en restauración o arrope.
Evitar que sedimentos, material de excavación o residuos sean arrastrados hacia parcelas agrícolas colindantes.	Prevenir depósito de finos, obstrucción de bordos o afectación a cultivos.

Acción	Objetivo
Colocar barreras de sedimentos o medidas de contención entre frentes de obra y parcelas agrícolas cuando exista riesgo de arrastre.	Proteger superficies productivas aledañas.
Mantener caminos agrícolas, accesos locales, cercos, bordos o drenes funcionales cuando éstos sean afectados temporalmente por la obra.	Reducir interferencias con actividades productivas y tránsito local.
Restaurar superficies agrícolas afectadas temporalmente fuera de la huella permanente del Proyecto mediante retiro de residuos, nivelación, descompactación y restitución de suelo fértil, cuando corresponda.	Favorecer la recuperación del potencial productivo en superficies temporales.
Prohibir mantenimiento de maquinaria, lavado de equipo o almacenamiento de combustibles en parcelas agrícolas.	Prevenir contaminación de suelos productivos.
Atender de manera oportuna quejas o reportes de productores relacionados con afectación de parcelas, accesos, drenajes o cercos.	Reducir conflictos y corregir afectaciones puntuales.
Capacitar al personal y operadores sobre respeto a propiedades colindantes, límites de obra, manejo de suelo y prohibición de disposición de materiales en parcelas.	Evitar afectaciones indirectas por desconocimiento o malas prácticas.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Superficie agrícola ocupada fuera de la autorizada.** Meta: cero. Alerta: cualquier afectación adicional.
- **Parcelas colindantes con sedimentos, residuos o material de excavación.** Meta: cero. Alerta: cualquier depósito de material no autorizado.
- **Accesos agrícolas, cercos o drenes afectados sin restitución.** Meta: atención o reposición oportuna. Alerta: afectación sin corrección.
- **Superficies agrícolas temporales restauradas al cierre de uso.** Meta: 100% de superficies temporales. Alerta: abandono de áreas compactadas, con residuos o sin nivelación.
- **Quejas de propietarios o usuarios.** Meta: atención oportuna. Alerta: queja sin registro o sin seguimiento.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar estas medidas se integrarán croquis de superficies agrícolas intervenidas, fotografías georreferenciadas, actas o registros de atención social, bitácoras de incidencias, evidencia de restauración de áreas temporales, registros de retiro de residuos o sedimentos, y reportes de atención a quejas.

IV.2.2.10 Medidas para fauna silvestre

Impactos objetivo

Código	Impacto
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local

Código	Impacto
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre

Marco normativo de referencia

- Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, para especies nativas de México en categoría de riesgo.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General de Movilidad y Seguridad Vial y reglamentos de tránsito aplicables, en lo relativo a señalización, seguridad vial y control de velocidad.
- Manuales y criterios de la SICT aplicables a señalización preventiva, seguridad vial y dispositivos para el control del tránsito.

CUADRO IV-25ACCIONES PARA REDUCIR DESPLAZAMIENTO, ATROPELLAMIENTO, CAPTURA, MOLESTIA O MANEJO INADECUADO DE FAUNA SILVESTRE

Acción	Objetivo
Aplicar el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna previo al desmonte, despalme y apertura de frentes de obra.	Reducir el riesgo de afectación directa a fauna silvestre.
Realizar recorridos de búsqueda, ahuyentamiento y liberación gradual de frentes antes de iniciar actividades de desmonte o movimiento de maquinaria.	Permitir la salida de fauna hacia zonas seguras.
Ejecutar rescate selectivo de individuos de baja movilidad, fauna herida, nidos, madrigueras o ejemplares encontrados en frentes de obra.	Evitar mortalidad o manejo inadecuado de fauna vulnerable.
Contar con personal técnico capacitado para el manejo, contención, registro y reubicación de fauna.	Asegurar que el manejo se realice de forma segura y conforme a la normatividad.
Registrar cada evento de rescate, reubicación, avistamiento, atropellamiento o hallazgo de fauna mediante ficha, coordenadas, fotografías y condición del ejemplar.	Dar trazabilidad al manejo de fauna y evaluar la eficacia de las medidas.
Prohibir caza, captura, posesión, hostigamiento, maltrato, comercio, extracción de nidos, uso de trampas, cebos, venenos o armas dentro de la obra.	Evitar afectaciones directas y conductas ilícitas hacia fauna silvestre.
Prohibir el ingreso de mascotas a frentes de obra, patios, campamentos temporales o áreas auxiliares.	Prevenir depredación, persecución o transmisión de enfermedades a fauna silvestre.
Mantener residuos orgánicos y alimentos en contenedores cerrados y retirarlos oportunamente.	Evitar atracción de fauna oportunista hacia frentes de obra y vialidad.
Instalar señalización preventiva de cruce de fauna en tramos con vegetación, cañadas, escurrimientos, laderas o registros de fauna.	Reducir riesgo de atropellamiento durante construcción, operación y mantenimiento.
Establecer control de velocidad en frentes de obra, caminos internos, patios y tramos sensibles.	Disminuir riesgo de atropellamiento y colisión con fauna.

Acción	Objetivo
Revisar zanjas, excavaciones, alcantarillas y estructuras abiertas antes de iniciar labores diarias.	Detectar y rescatar fauna atrapada.
Colocar rampas de escape o salidas temporales en zanjas, fosas o excavaciones cuando permanezcan abiertas.	Evitar atrapamiento de fauna.
Adecuar obras de drenaje seleccionadas como pasos de fauna, conforme a la propuesta específica del Proyecto.	Mantener conectividad funcional local y reducir cruces a cielo abierto.
Mantener libres de residuos, sedimentos u obstáculos las obras de drenaje que funcionen como pasos potenciales de fauna.	Favorecer su uso por especies de talla pequeña y mediana.
Implementar vallas de vegetación, guiadores o elementos de conducción hacia pasos de fauna en sitios donde sea técnicamente viable y necesario.	Reducir ingreso de fauna a la superficie de rodamiento.
Evitar trabajos nocturnos en tramos sensibles, salvo necesidad técnica justificada.	Reducir perturbación sobre fauna de hábitos crepusculares o nocturnos.
Utilizar iluminación dirigida, temporal y limitada en frentes donde sea indispensable.	Evitar desorientación o atracción de fauna nocturna.
Atender de inmediato cualquier reporte de fauna herida, atrapada, atropellada o en riesgo.	Reducir mortalidad y mejorar respuesta operativa.
Capacitar a todo el personal, operadores y transportistas en identificación básica de fauna, especies sensibles, protocolos de reporte, límites de velocidad y prohibiciones.	Prevenir molestias, capturas o manejo inadecuado por desconocimiento.
Realizar monitoreo de atropellamientos y registros de cruce de fauna durante construcción, operación inicial y mantenimiento.	Identificar puntos críticos y ajustar medidas de señalización, velocidad o pasos de fauna.
Adecuación de obras de drenaje **como** pasos de fauna: **repisas secas, piso natural, luz mínima 1.5 m para medianos; limpieza de sedimentos/obstáculos. De acuerdo a la propuesta de Adecuación de Obras de -drenaje para Paso de Fauna**	Mantener conectividad funcional longitudinal/transversal.

Indicadores y umbrales de alerta

- **Frentes liberados mediante recorrido de fauna previo al desmonte.** Meta: 100%. Alerta: inicio de desmonte sin recorrido.
- **Personal capacitado en manejo y protección de fauna.** Meta: conforme al programa de capacitación. Alerta: personal sin inducción en frentes activos.
- **Eventos de captura, molestia o manejo no autorizado.** Meta: cero. Alerta: cualquier evento.
- **Atropellamientos de fauna.** Meta: cero o tendencia decreciente. Alerta: recurrencia de eventos en un mismo tramo.
- **Zanjas o excavaciones abiertas sin ruta de escape.** Meta: cero. Alerta: excavaciones sin revisión o sin salida temporal.
- **Pasos de fauna u obras de drenaje adaptadas obstruidas.** Meta: 100% funcionales. Alerta: presencia de sedimentos, residuos, obstáculos o daño.
- **Registros de rescate o reubicación con ficha completa.** Meta: 100%. Alerta: manejo sin registro.

- **Presencia de mascotas, trampas, armas, cebos o venenos.** Meta: cero. Alerta: cualquier evidencia.

Evidencia y registro mínimo

Para acreditar estas medidas se integrarán bitácoras de recorridos previos, fichas de rescate y reubicación, fotografías georreferenciadas, registros de avistamientos y atropellamientos, evidencia de señalización, listas de capacitación, reportes de revisión de zanjas y obras de drenaje, registros de adecuación o mantenimiento de pasos de fauna, reportes de incidentes y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.

IV.2.3 PLAN DE VIGILANCIA

El Plan de Vigilancia Ambiental tiene como finalidad verificar la aplicación oportuna y eficaz de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación propuestas para el Proyecto. Asimismo, permitirá documentar el cumplimiento ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, mediante registros verificables, bitácoras, evidencia fotográfica georreferenciada, listas de verificación y reportes de seguimiento.

El Plan de Vigilancia Ambiental se estructura a partir de los impactos identificados y valorados en el presente capítulo, así como de las medidas propuestas para cada componente ambiental. Su aplicación permitirá detectar desviaciones, corregir oportunamente incumplimientos, activar medidas adicionales cuando sea necesario y generar evidencia técnica suficiente para acreditar el desempeño ambiental del Proyecto.

El seguimiento se realizará sobre los impactos adversos identificados para el Proyecto, principalmente aquellos asociados a vegetación, suelo, agua superficial, residuos, atmósfera, ruido, fauna, paisaje, superficie agrícola, seguridad, movilidad local e incendios. También se dará seguimiento a los impactos benéficos vinculados con la movilidad, funcionalidad hidráulica y empleo local, en la medida en que éstos formen parte de la operación y mantenimiento del camino.

IV.2.3.1 Sistema de Gestión Ambiental

A fin de asegurar que el Proyecto se ejecute bajo criterios de prevención, control, restauración, compensación y mejora continua, la SICT implementará un Sistema de Gestión Ambiental aplicable a las distintas etapas del Proyecto. Este sistema permitirá ordenar responsabilidades, establecer controles operativos, documentar el cumplimiento de las medidas y verificar la eficacia de las acciones ambientales propuestas.

El Sistema de Gestión Ambiental se apoyará en los principios de planeación, ejecución, verificación y mejora continua, de manera que las medidas ambientales no se

limiten a compromisos declarativos, sino que cuenten con mecanismos de seguimiento, evidencia documental y acciones correctivas cuando se detecten desviaciones.

Objetivo general del Sistema de Gestión Ambiental

El objetivo general del Sistema de Gestión Ambiental consiste en asegurar el cumplimiento de los ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto y de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental establecidas en la MIA-R, mediante procedimientos verificables, responsables definidos, registros documentales y seguimiento continuo.

IV.2.3.1.1 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del Sistema de Gestión Ambiental son los siguientes:

- Precisar, aplicar y supervisar los instrumentos específicos de manejo ambiental requeridos para prevenir, mitigar, restaurar y compensar los impactos identificados.
- Dar seguimiento a la aplicación de las medidas ambientales por componente, etapa y frente de obra.
- Establecer responsabilidades para el promovente, contratistas, supervisión ambiental y especialistas que participen en la ejecución de medidas.
- Documentar el cumplimiento de las medidas mediante bitácoras, fotografías georreferenciadas, reportes técnicos, listas de verificación y registros de campo.
- Detectar desviaciones, incumplimientos o condiciones de riesgo ambiental y activar acciones correctivas oportunas.
- Evaluar la eficacia de las medidas aplicadas y, en su caso, proponer ajustes adaptativos.
- Integrar la información necesaria para atender requerimientos de las autoridades ambientales competentes.
- Promover la capacitación y sensibilización del personal que participe en las distintas etapas del Proyecto.

IV.2.3.1.2 Componentes del Sistema de Gestión Ambiental

El Sistema de Gestión Ambiental estará integrado por los componentes necesarios para asegurar la planeación, ejecución, verificación, documentación y mejora continua de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental aplicables al Proyecto. Estos componentes permitirán establecer responsabilidades, generar evidencia de cumplimiento, atender desviaciones y demostrar la corresponsabilidad ambiental de los participantes en la ejecución de las obras.

Los componentes del Sistema de Gestión Ambiental serán los siguientes:

a. Objetivos y metas ambientales.

Los objetivos ambientales corresponden a los compromisos generales de desempeño ambiental derivados de la política ambiental del Proyecto. Las metas ambientales serán unidades específicas, verificables y medibles, asociadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental. Estas metas permitirán evaluar el desempeño del Proyecto por componente ambiental, etapa y frente de obra.

b. Programa de gestión ambiental y calendarización de actividades.

El programa de gestión ambiental integrará las medidas ambientales comprometidas, su relación con los impactos identificados, la etapa de aplicación, el responsable de ejecución, la frecuencia de verificación y la evidencia mínima requerida. Su calendarización deberá vincularse con el programa general de obra, de forma que las medidas se apliquen antes, durante o después de las actividades que puedan generar impactos.

c. Procedimientos y controles operativos.

El SGA incluirá procedimientos específicos para la ejecución y supervisión de las medidas ambientales, tales como control de polvo y emisiones, manejo de ruido y vibraciones, control de erosión, manejo de suelo fértil, protección de escurrimientos, manejo de residuos, prevención de derrames, protección de flora y fauna, prevención de incendios, restauración de áreas intervenidas y atención de quejas o incidentes. Estos procedimientos permitirán la autoevaluación, corrección y seguimiento de las acciones aplicadas en campo.

d. Metodologías de seguimiento y sistematización de información.

Se definirán las metodologías para levantar, organizar, analizar y resguardar la información ambiental generada durante la ejecución del Proyecto. Para ello se utilizarán bitácoras, listas de verificación, fichas de campo, reportes fotográficos georreferenciados, croquis, formatos de rescate, registros de mantenimiento, comprobantes de disposición de residuos, reportes de incidentes y bases de datos en formato físico y digital.

e. Definición de equipos de trabajo, perfiles y responsabilidades.

El SGA deberá establecer los equipos de trabajo necesarios para la ejecución, supervisión y verificación de las medidas ambientales. Estos equipos podrán incluir, según la etapa y actividad: residente de obra, responsable ambiental del promovente, supervisión ambiental, contratistas, encargados de frentes de obra, brigadas de rescate de flora, brigadas de ahuyentamiento y reubicación de fauna, personal responsable de restauración de suelos y componentes hídricos, personal de reforestación, responsables de seguridad e higiene, responsables de manejo de residuos y personal de apoyo comunitario o social.

Cada equipo deberá contar con funciones definidas, alcances de participación, mecanismos de reporte y responsabilidades documentales. Cuando las actividades requieran personal especializado, como rescate de flora, manejo de germoplasma, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, restauración de suelos, reforestación o monitoreo de pasos de fauna, deberán intervenir profesionistas o técnicos con experiencia comprobable en la materia.

f. Sensibilización y capacitación constante.

La capacitación será obligatoria para el personal que participe en el Proyecto y deberá abordar, como mínimo, límites de obra, protección de vegetación, manejo de fauna, prohibición de caza y captura, control de residuos, prevención de incendios, control de derrames, manejo de suelo fértil, protección de escurrimientos, orden y limpieza, seguridad en frentes de obra y atención de incidentes. La capacitación deberá documentarse mediante listas de asistencia, materiales de apoyo, fotografías y constancias internas.

g. Indicadores de cumplimiento ambiental.

Los indicadores permitirán medir el grado de cumplimiento de las medidas ambientales y la efectividad de las acciones implementadas. Estos indicadores estarán asociados a cada procedimiento del SGA e incluirán, entre otros: superficie intervenida respecto a la autorizada, frentes con control de polvo, maquinaria con mantenimiento vigente, taludes estabilizados, obras de drenaje libres de obstrucción, residuos retirados, sanitarios funcionales, individuos de flora rescatados, frentes liberados por fauna, pasos de fauna funcionales, superficies restauradas, supervivencia de reforestación, quejas atendidas e incidentes cerrados.

h. Sistema de aseguramiento de regulación ambiental.

El aseguramiento del cumplimiento ambiental se realizará mediante matrices de verificación normativa y de cumplimiento de medidas, bitácoras de campo, listas de revisión, reportes de supervisión, evidencia fotográfica, comprobantes, manifiestos, actas, registros de capacitación y documentación de acciones correctivas. Este sistema permitirá demostrar la atención de obligaciones ambientales y facilitará la revisión por parte de la autoridad competente.

i. Lineamientos de referencia

El SGA considerará como lineamientos de referencia las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas, criterios técnicos, manuales, autorizaciones, condicionantes, programas ambientales e indicadores de cumplimiento o alerta que resulten aplicables al Proyecto. Estos lineamientos permitirán orientar la ejecución de medidas y evaluar su cumplimiento.

j. Reconocimiento de aspectos ambientales, impactos y riesgos significativos.

El SGA deberá partir del reconocimiento de los aspectos ambientales del Proyecto, los impactos identificados y los riesgos significativos asociados a las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento. Este reconocimiento deberá ser conocido por la alta dirección, responsables de obra, contratistas, supervisores, especialistas y prestadores de servicios externos que participen en el Proyecto.

k. Métodos de comunicación, señalamiento y mapas de referencia

El sistema incluirá mecanismos de comunicación interna y externa para asegurar que el personal conozca los límites de obra, zonas de exclusión, rutas de acarreo, sitios de acopio, áreas de riesgo, cruces hidráulicos, pasos de fauna, zonas de reforestación y puntos de atención ambiental. Para ello podrán utilizarse mapas, croquis, señalamientos, carteles, reuniones de arranque, pláticas de inducción, grupos de comunicación operativa y reportes de avance.

l. Evaluación del comportamiento ambiental.

El desempeño ambiental del Proyecto será evaluado mediante el seguimiento de indicadores, el análisis de desviaciones, el cumplimiento de metas, la atención de incidentes y la revisión de evidencias. Esta evaluación permitirá identificar fallas recurrentes, reforzar medidas, corregir procedimientos y mejorar la eficacia del SGA.

m. Sistema de medición y auditoría interna.

El SGA deberá prever inspecciones internas periódicas para verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, la eficacia de los controles operativos y la integración adecuada de evidencias. Las auditorías internas podrán incluir revisión documental, recorridos de campo, entrevistas con personal, inspección de frentes de obra, revisión de bitácoras y verificación de acciones correctivas.

n. Revisión administrativa y balance documental.

De manera periódica se revisará la documentación generada por el SGA, incluyendo bitácoras, reportes, fotografías, comprobantes, fichas de campo, registros de rescate, registros de mantenimiento, manifiestos o comprobantes de residuos, listas de asistencia y reportes de incidentes. Esta revisión permitirá verificar que la información sea suficiente, trazable y útil para demostrar cumplimiento.

ñ. Revisión, mejora continua y comunicación.

El SGA se sujetará a un proceso de revisión y mejora continua, mediante el cual se evaluarán los resultados obtenidos, la eficacia de las medidas, el cierre de desviaciones, la actualización de procedimientos y la comunicación de resultados a los responsables del Proyecto. Este componente comprende tres etapas: revisión, mejora y comunicación, y

constituye la base para mantener el comportamiento ambiental del Proyecto dentro de los compromisos asumidos.

o. Cartas de corresponsabilidad y obligado solidario

Como parte del Sistema de Gestión Ambiental, se establecerá un esquema documental de corresponsabilidad ambiental para las empresas contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y personal especializado que participe en la ejecución de las obras o en la implementación de medidas ambientales.

Para tal efecto, antes del inicio de actividades, las empresas y prestadores de servicios que intervengan en el Proyecto deberán suscribir cartas de corresponsabilidad ambiental, mediante las cuales reconozcan y acepten su obligación de cumplir las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental establecidas en la MIA-R, en la autorización correspondiente y en los programas ambientales del Proyecto.

Cuando corresponda, dichas cartas podrán establecer la figura de obligado solidario respecto del cumplimiento de medidas ambientales vinculadas con las actividades que cada contratista o prestador de servicios ejecute. Esto significa que la empresa responsable de la actividad deberá responder por el cumplimiento de las medidas ambientales aplicables a su frente de trabajo, personal, maquinaria, residuos, materiales, áreas auxiliares, seguridad, prevención de incendios, protección de flora y fauna, manejo de escurrimientos y restauración de áreas intervenidas.

Las cartas de corresponsabilidad deberán incluir, al menos:

- Nombre o razón social del contratista, subcontratista o prestador de servicios.
- Actividades específicas que realizará dentro del Proyecto.
- Frentes de obra, áreas o etapas en las que participará.
- Reconocimiento de las obligaciones ambientales aplicables.
- Compromiso de cumplir las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental.
- Compromiso de respetar los límites del AP, zonas de exclusión, áreas de protección, escurrimientos, vegetación y fauna.
- Obligación de capacitar a su personal y mantener evidencia de dicha capacitación.
- Compromiso de generar, entregar y resguardar la evidencia documental que le corresponda.
- Obligación de atender acciones correctivas, incidentes, quejas o desviaciones ambientales atribuibles a sus actividades.
- Reconocimiento de la responsabilidad solidaria por incumplimientos, daños, afectaciones o desviaciones generadas por su personal, maquinaria, vehículos, residuos, acopios, materiales o actividades.

Estas cartas formarán parte del expediente ambiental del Proyecto y serán insumo para el seguimiento, auditoría interna y verificación del cumplimiento ambiental. Su finalidad será fortalecer la trazabilidad de responsabilidades, evitar vacíos de cumplimiento entre promovente, contratistas y prestadores de servicios, y asegurar que todos los participantes conozcan y asuman las obligaciones ambientales aplicables.

La existencia de cartas de corresponsabilidad no exime al promovente de la responsabilidad ambiental general del Proyecto; sin embargo, permite establecer obligaciones claras para cada participante y facilita la implementación efectiva del Sistema de Gestión Ambiental en campo.

IV.2.3.1.3 Procedimientos para garantizar el éxito de las medidas ambientales

Los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental se organizarán conforme a los impactos identificados y a las medidas establecidas en los apartados anteriores. Cada procedimiento contará con indicadores, umbrales de alerta, frecuencia de verificación, responsable y evidencia mínima de cumplimiento.

Los procedimientos principales serán los siguientes:

El Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo, estará integrado por acciones de protección de componentes ambientales en especial de procedimientos que se indican enseguida, cada procedimiento será vigilado o monitoreado, con el uso de uso de listas de verificación y bitácoras, considerando las medidas que fueron indicadas en el apartado anterior para cada componente.

Se documentarán cada una de las medidas de prevención y mitigación para el control de los impactos ambientales, mediante la recopilación de documentación, registros fotográficos y con la sistematización de la información. Los resultados serán evaluados para determinar los resultados y determinar la efectividad del manejo ambiental.

Los procedimientos serán ampliados en el Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo, que serán claros y objetivos, identifican a los responsables y funciones de aplicación de las medidas, así como a los responsables de vigilar su éxito o efectividad, para que estas acciones sean acordes al marco legal, y la medición de la efectividad se basará en indicadores de éxito así como los umbrales de alerta, también, especificarán los períodos de recolección de la información y de verificación del éxito de las medidas para mitigar los siguientes impactos.

CD	Impacto	Componente
I-V1	Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria	Vegetación
I-V2	Afectación a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Vegetación
I-S1	Compactación del suelo	Suelo
I-S2	Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial	Suelo

CD	Impacto	Componente
I-S3	Erosión y arrastre de suelo	Suelo
I-S4	Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos	Suelo / Geomorfología
I-S5	Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada	Suelo / Agua superficial
I-W1	Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje	Agua superficial / Suelo
I-W2	Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica	Agua superficial / Infraestructura hidráulica
I-W3	Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames	Suelo / Agua superficial
I-R1	Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento	Suelo / Paisaje / Agua superficial
I-R2	Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal	Suelo / Salud pública
I-A1	Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas	Aire
I-A2	Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo	Aire
I-H1	Incremento temporal de ruido y vibraciones	Salud / Confort sonoro / Fauna
I-F1	Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna	Fauna
I-F2	Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local	Fauna / Conectividad
I-F3	Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre	Fauna
I-P1	Alteración temporal del paisaje por frentes de obra	Paisaje
I-P2	Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial	Paisaje
I-Ag1	Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto	Social / Agropecuario
I-Soc1	Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción	Social / Movilidad
I-Soc2	Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores	Seguridad / Salud
I-Inc1	Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio	Seguridad / Vegetación / Suelo

IV.2.3.1.4 Procedimiento para control de Partículas y emisiones de combustión (Atmósfera)

Este programa controla polvo y gases durante desmonte, acarreo y operación de maquinaria. Integra riegos, buenas prácticas de transporte y verificación vehicular. Los indicadores permiten corregir en sitio (visibilidad, opacidad, velocidad) y documentar cumplimiento por frente de obra bajo responsabilidad del Contratista y la Supervisión Ambiental

CUADRO IV-26 CRITERIOS E INDICADORES ARA CONTROL DE PARTÍCULAS Y EMISIONES DE COMBUSTIÓN (ATMÓSFERA IA1 – IA2)

Criterio de Evaluación	Indicador de Seguimiento	Valor de Referencia / Condición Óptima	Umbral de Alerta / Acción Correctiva	Frecuencia
Control de polvo en frentes	m³/día de riego vs. meta por clima	Cumplimiento ≥ 95% del plan diario	Depósitos visibles/visibilidad <150 m → aumentar riegos y cubrir acopios	Diario
Cobertura de acarreos	% viajes con lona y carga húmeda	100% de viajes	Viajes sin lona o derrames → sanción y corrección inmediata	Diario
Verificación y mantenimiento	% equipo con verificación/ silenciador	100%	Opacidad visible o verificación vencida → sacar equipo de operación	Semanal
Velocidad interna	km/h promedio en obra	≤ 20 km/h	> 25 km/h o huellas de polvo → reforzar control y señalización	Diario
Quejas vecinales	# quejas cerradas ≤48 h	0	≥1 sin cierre en 48 h → mesa de mitigación y ajuste de frentes	Semanal

Concentra medidas operativas y de horario para proteger a receptores sensibles en localidades y asentamientos dispersos. Prioriza reprogramación de actividades ruidosas, barreras temporales y verificación de niveles. La Supervisión Ambiental coordina registros, atención de quejas y acciones correctivas.

CUADRO IV-27 CRITERIOS E INDICADORES I-H1 · RUIDO Y VIBRACIÓN

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Cumplimiento de horarios	Porcentaje actividades ruidosas dentro de 08–18 h	100%	Fuera de horario sin aviso → reprogramar y avisos a vecinos	Diario
Barreras/ distancias	Barreras instaladas o ≥100 m a receptores	100% donde aplique	Ausencia → instalar en 24 h	Semanal
Niveles en receptores	LAeq,diurno / Lmax	Dentro de NOM-081	Rebase sostenido → barrera + reprogramación	Quincenal
Quejas por ruido	# quejas cerradas ≤48 h	0	≥1 → implementar plan específico y seguimiento	Semanal

IV.2.3.1.5 Procedimiento para control de I-S2 · Erosión y pérdida de suelo fértil

Busca mantener la estabilidad de taludes y conservar el horizonte A para su reaprovechamiento. Combina cobertura temporal/definitiva, barreras de sedimento y

manejo de trampas. Los indicadores post-lluvia activan reparación inmediata y aseguran cierre de frentes sin cárcavas.

CUADRO IV-28 CRITERIOS E INDICADORES -S2 · EROSIÓN Y PÉRDIDA DE SUELO FÉRTIL

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Protección de superficies expuestas	% cobertura temporal/definitiva	≥ 70% a 90 días	< 50% → hidrosiembra/mantas inmediatas	Quincenal
Barreras de sedimento	% operativas post-lluvia	100%	Roturas/depósitos aguas abajo → reparar en ≤24–48 h	Tras cada lluvia
Formación de cárcavas	# eventos (>1 m long o >10 cm prof.)	0	≥1 evento → cerrar frente y estabilizar	Semanal
Gestión de trampas	% capacidad ocupada	< 50%	≥ 50% sin retiro → desazolve inmediato	Semanal

IV.2.3.1.6 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto

Orienta la restitución productiva en bordes y áreas colindantes: rescate y retorno de capa fértil, descompactación e infiltración. Se verifica contra espesores mínimos y metas de restauración, con participación de propietarios y bitácoras de cierre por tramo.

CUADRO IV-29 CRITERIOS E INDICADORES I-AG1 · DISMINUCIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO AGRÍCOLA

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Rescate de capa fértil	*% del volumen estimado acopiado*	*≥ 90%*	*< 75% → reforzar retiro y control de acopios*	*Por frente*
Restitución de capa fértil	*Espesor colocado en restauración*	*20 cm (mín. 15 cm)*	*< 10 cm → reponer material*	*Al cierre de frente*
Descompactación	*% superficies afectadas descompactadas*	*100%*	*< 85% → repetir subsolado*	*Al cierre*
Infiltración pos-obra	*cm/h o % línea base*	*≥ 80% base o ≥ 2 cm/h*	*< 50% base o < 1 cm/h → medidas de suelo*	*Mensual*
Quejas de productores	*# quejas cerradas ≤48 h*	*0*	*> 5 días sin cierre → mesa con ejidos/autoridad*	*Semanal*

IV.2.3.1.7 Procedimiento para reducir riesgos de Contaminación del Agua y suelo por manejo inadecuado de residuos

Establece segregación, almacenamiento y retiro oportuno de residuos (incluidos peligrosos), sanitarios y derrames. El sistema de manifiestos, listas de chequeo y tiempos de respuesta asegura trazabilidad y remediación inmediata ante incidentes.

CUADRO IV-30 CRITERIOS E INDICADORES I-IW3 · CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUELO POR MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Segregación en origen	% puntos con contenedores/señalética	≥ 95%	< 85% → instalar y capacitar	Semanal
Rutas y frecuencia de retiro	% recolecciones en tiempo	100%	Omisión semanal → ajustar proveedor	Semanal
Manejo de peligrosos	Manifiestos/etiquetado correcto	100%	Cualquier retiro sin evidencia → suspensión y regularización	Evento
Derrames incidentes	#/mes y tiempo de respuesta	0; ≤ 60 min	≥1 o >60 min → activar protocolo y remediar	Inmediato
Sanitarios	Días entre servicios	≤ 3 días	> 3 d u olores → servicio urgente	Semanal

IV.2.3.1.8 Procedimiento para reducir IR2 · Riesgos sanitarios por manejo inadecuado de residuos/defecación

Asegura condiciones higiénicas en obra (sanitarios, comedores y control de fauna nociva). Se verifica cobertura por trabajador, frecuencia de servicio y respuesta a hallazgos, con medidas correctivas en 24–72 h.

CUADRO IV-31 CRITERIOS E INDICADORES PARA I-R2 · RIESGOS SANITARIOS POR MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS/DEFECACIÓN

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Cobertura de sanitarios	Relación sanitario: personal	≥ 1:15	< 1:20 → instalar adicionales	Semanal
Higiene de comedores	Cumplimiento NOM-251	100%	Incumplimiento → corrección y posible paro	Mensual
Orden y limpieza	# hallazgos por inspección	0	≥1 sin corregir en 72 h → acción correctiva	Semanal
Fauna nociva	Evidencias en acopios/comedores	Ausencia	Presencia → control y retiro de orgánicos	Semanal

IV.2.3.1.9 Procedimiento para reducir riesgos I-W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica

Controla el arrastre de finos hacia cunetas, alcantarillas y cauces mediante BMPs (filtros, diques, trampas). Los indicadores se levantan tras cada lluvia y detonan desazolves, reparación de barreras y ajustes de manejo en frentes con exposición prolongada.

CUADRO IV-32 CRITERIOS E INDICADORES W2 MODIFICACIÓN PUNTUAL DE CAUCES, ESCURRIMIENTOS O CAPACIDAD HIDRÁULICA

Criterio	*Indicador*	*Valor óptimo*	*Umbral / Acción*	*Frecuencia*
Protección de taludes	*% taludes estabilizados*	*100% de los abiertos/semana*	*> 20% sin estabilizar → aplicar mantas/hidrosiembra*	*Semanal*
Integridad de BMPs	*% barreras/diques operativos*	*100% post-lluvia*	*Roturas o socavación → reparar ≤48 h*	*Tras cada lluvia*
Trampas de sedimentos	*% de capacidad ocupada*	*Retiro a 30–50%*	*> 50% sin retiro → desazolvar*	*Semanal*
Turbidez aguas abajo	*Δ NTU vs. aguas arriba*	*≤ 25 NTU o ≤ 20%*	*Superación sostenida → reforzar control*	*Evento de lluvia*
Limpieza post-lluvia	*Tiempo de retiro de material*	*≤ 24–48 h*	*> 48 h → cuadrilla de emergencia*	*Tras cada lluvia*

IV.2.3.1.10 Procedimiento para reducir riesgos -W3 · Modificación puntual de cauces / capacidad hidráulica

Asegura que obras de cruce mantengan capacidad hidráulica y continuidad ecológica. Verifica libre bordo, colmatación y estado de protecciones; define ventanas de mantenimiento post-tormenta y medidas de corrección antes de la entrega-recepción.

CUADRO IV-33 CRITERIOS E INDICADORES PARA REDUCIR RIESGOS -W3 · MODIFICACIÓN PUNTUAL DE CAUCES / CAPACIDAD HIDRÁULICA

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Capacidad hidráulica	Relación C/Qd y libre bordo	C/Qd ≥ 1.0; LB ≥ 0.30–0.50 m	< 1.0 o LB < 0.30 m → rediseño/ajuste	Proyecto / Recepción
Colmatación en cruces	% sección bloqueada	< 20%	≥ 20% → desazolve inmediato	Post-lluvia
Integridad de protecciones	Daños en enrocado/gaviones/losas	0	Daño visible → reparar ≤48 h	Post-lluvia
Continuidad ecológica	Pasos con lámina/bancos secos operativos	100%	Obstrucción/seco permanente → habilitar/limpiar	Mensual

IV.2.3.1.11 Procedimiento para reducir riesgos Afectación visual y desorden temporal

Ordena la imagen del proyecto durante obra: limpieza continua, acopios cubiertos, señalización y restauración temprana de taludes. El seguimiento fotográfico georreferenciado permite demostrar orden y activar cuadrillas de limpieza cuando se rebase el umbral.

CUADRO IV-34CRITERIOS E INDICADORES PARA MITIGAR LA ALTERACIÓN TEMPORAL DEL PAISAJE POR FRENTES DE OBRA

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Orden y limpieza	Bitácora + geofotos sin residuos sueltos	100% de frentes limpios	> 48 h con escombros visibles → cuadrilla de limpieza	Semanal
Cercos y señalamiento	% frentes con cercado/señalética	100%	< 90% → instalar en 24 h	Semanal
Tratamiento de taludes	% taludes con mulch/siembra	≥ 100% vs. programa	< 80% → acelerar restauración	Mensual
Acopios cubiertos	% acopios con lona/malla	100%	< 90% → cubrir de inmediato	Diario

IV.2.3.1.12 Procedimiento para mitigar I-V1 · Pérdida de cobertura vegetal secundaria (incluye rescate 1:1)

Integra el rescate de flora (ejemplares y germoplasma), vivero temporal y plantación compensatoria 1:1 con metas de densidad y supervivencia. Los indicadores de establecimiento y mantenimiento guían resiembras y riegos hasta consolidar la cobertura.

CUADRO IV-35CRITERIOS E INDICADORES PARA MITIGAR I-V1 · PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL SECUNDARIA (INCLUYE RESCATE 1:1)

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Superficie desmontada	*% vs. autorizada*	*= 100%*	*> 100% → parar, notificar y restaurar*	*Diario*
Rescate de flora	*% ejemplares/germoplasma vs. plan*	*≥ 90%*	*< 80% → reforzar brigada y tiempos*	*Por frente*
Plantación compensatoria	*% meta mensual y densidad*	*≥ 100%; 1,600–1,800 pl/ha*	*< 85% → ajustar vivero/cuadrillas*	*Mensual*
Supervivencia	*% a 12/24 meses*	*≥ 80% / ≥ 70%*	*< 70/60% → resiembras y riegos*	*Trimestral*
Mantenimiento	*% rodales atendidos*	*100%*	*< 85% → plan intensivo*	*Mensual*

IV.2.3.1.13 Procedimiento para reducir Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito I-F1 · Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito

Previene molestias y desplazamientos mediante capacitación, ahuyentamiento previo al desmonte y control de horarios/velocidades. El programa registra encuentros,

incidentes y acciones de manejo, con cierre de quejas y ajustes operativos donde sea necesario.

CUADRO IV-36 CRITERIOS E INDICADORES PARA DESPLAZAMIENTO/ESTRÉS DE FAUNA POR RUIDO/TRÁNSITO

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Capacitación	*% personal con inducción vigente*	*≥ 95%*	*< 90% → curso inmediato*	*Mensual*
PRRF previo a desmonte	*% frentes con ahuyentamiento/rescate*	*100%*	*< 100% → no iniciar frente*	*Por frente*
Atropellamientos	*eventos/km-semana*	*0*	*≥ 0.2 → bajar velocidad + reforzar vallas*	*Semanal*
Quejas por ruido en localidades	*# cerradas ≤48 h*	*0*	*≥1 → reprogramar horarios/mitigaciones*	*Semanal*

IV.2.3.1.14 Procedimiento para reducir Atropellamiento de fauna / pérdida de conectividad funcional (IF2)

Concentra guiado con vallas, pasos de fauna y control de velocidad en tramos sensibles. El uso efectivo de pasos se valida con cámaras trampa y aforos; los umbrales activan mejoras de guiado, vegetación de enfoque y medidas de tráfico calmado.

CUADRO IV-37CRITERIOS E INDICADORES PARA I-F2 · ATROPELLAMIENTO DE FAUNA / PÉRDIDA DE CONECTIVIDAD FUNCIONAL

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Velocidad en tramos sensibles	km/h promedio (aforos/radar)	≤ 60 km/h	> 70 km/h o >20% excedentes → más control y boyas	Semanal
Integridad de guiado	% vallas/rampas operativas	≥ 95%	> 5% dañadas o 1 rotura >48 h → reparar	Semanal
Uso de pasos	detecciones cámara/mes	≥ 10 (pequeños) / ≥ 2 (medianos)	< meta 2 meses → reforzar guiado/vegetación	Mensual
Respuesta a incidentes	tiempo a atención	≤ 24 h	> 48 h → revisión de protocolo	Evento

IV.2.3.1.15 Procedimiento para reducir I-R1 · Riesgo de incendios en patios/acopios

Implementa política “cero fuego”, mantenimiento de extintores, orden en patios y patrullajes de vigilancia. Los indicadores priorizan la prevención y tiempos de atención ante conatos, con corrección inmediata y bitácoras verificables.

CUADRO IV-38CRITERIOS E INDICADORES PARA I-R1 · RIESGO DE INCENDIOS EN PATIOS/ACOPIOS

Criterio	Indicador	Valor óptimo	Umbral / Acción	Frecuencia
Política “cero fuego”	# eventos	0	Cualquier evidencia → sanción y capacitación	Diario

Extintores	% operativos (presión/servicio)	≥ 95%	Vencidos/faltantes → reponer en 24 h	Mensual
Limpieza de sanitarios	Días entre servicios	≤ 3	> 3 → servicio urgente	Semanal
Patrullajes	% días con registro	100%	Días sin registro → auditoría interna	Diario

IV.2.4 FICHAS DE SEGUIMIENTO DE MEDIDAS

IV.2.4.1 Ficha I-A1 / I-A2 · Atmósfera (PM10/PM2.5 y GEIyC)

Objetivo. *Mantener calidad de aire y minimizar polvo y emisiones de combustión.*

Acciones. *Humectar frentes y acopios; cubrir y humedecer acarreos; velocidad ≤20 km/h; mantenimiento/ verificación NOM; usar acometida eléctrica; evitar trituración in situ.*

Indicadores. *% viajes con lona (=100%); visibilidad ≥150 m; opacidad visible = 0; riegos/día vs. programa (≥100%).*

Umbrales. *Visibilidad <150 m o queja vecinal; viaje sin lona; operación de planta diésel sin justificación.*

Evidencia/Frecuencia. *Bitácoras y fotos diarias; verificaciones mensuales; checklist post-viento/lluvia.*

Responsable. *Contratista / Supervisor Ambiental (SA).*

Marco. *LGEEPA y Reglamento Atmósfera; NOM-025-SSA1 (PM); NOM-041/045/050-SEMARNAT (vehículos).*

IV.2.4.2 Ficha I-H1 · Ruido y vibración

Objetivo. Proteger receptores sensibles (vivienda, escuelas, clínicas).

Acciones. Horarios diurnos; pantallas/ apantallamiento temporal; mantenimiento a silenciadores; rutas de acarreo fuera de cabeceras; inducción al personal; quejas canalizadas.

Indicadores. dB(A) en linderos ≤ NOM-081; % frentes con horario señalizado (=100%).

Umbrales. Queja fundada; medición > límite NOM.

Evidencia/Frecuencia. Sonometría quincenal y ante queja; bitácoras.

Responsable. Contratista / SA.

Marco. NOM-081-SEMARNAT (ruido); Bandos municipales de horarios.

IV.2.4.3 Ficha I- Inc1 · Riesgo de incendios en patios/acopios

Objetivo. Cero conatos/incendios.

Acciones. Prohibir quemas y fogatas; reglamento interno; segregación de residuos; limpieza periódica; extintores y capacitación; riegos preventivos en estiaje.

Indicadores. Extintores operativos (=100%); recorridos de vigilancia/semana (≥2).

Umbrales. Material combustible acumulado; extintor vencido; conato.

Evidencia/Frecuencia. Bitácoras y fotos semanales; actas de simulacro trimestral.

Responsable. Contratista / SA / PC municipal.

Marco. NOM-002-STPS (incendios); NOM-154-SCFI (extintores); Protección Civil.

IV.2.4.4 Ficha I-S3 · Erosión y pérdida de suelo fértil

Objetivo. Estabilizar suelos y conservar horizonte A.

Acciones. Taludes ≤45° o con bermas; revegetación con nativas (1 500–1 800 pl/ha); salvamento y reuso de capa orgánica; barreras/ geocostales; drenaje superficial.

Indicadores. Cobertura vegetal ≥70% a 90 días; cárcavas (L>1 m o h>10 cm) = 0.

Umbrales. Cobertura <50%; ≥1 evento de erosión por frente.

Evidencia/Frecuencia. Inspección post-lluvia; reporte mensual de revegetación.

Responsable. Contratista / SA.

Marco. LGEEPA; buenas prácticas de suelo; normatividad estatal de conservación.

IV.2.4.5 Ficha I-Ag1 · Disminución del potencial productivo agrícola

Objetivo. *Evitar degradación de parcelas contiguas y restituir capacidad productiva.*

Acciones. *Delimitar AP; compactación solo donde proceda; descompactación y limpieza en suelos agrícolas afectados; reuso de capa orgánica; restitución de accesos y cercas.*

Indicadores. *Superficie en Ha restauradas/mes ≥ programado; % quejas atendidas (=100%).*

Umbrales. *Falta de restitución a 15 días de cierre de tramo; queja no atendida en 72 h.*

Evidencia/Frecuencia. *Minutas con propietarios; actas y fotos al cierre de tramo.*

Responsable. *Promovente/Contratista/SA.*

Marco. *Ley Agraria (servidumbres/accesos); LGEEPA.*

IV.2.4.6 I-W3 · Ficha Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames

Objetivo. *Cero derrames/descargas al suelo; manejo integral de residuos.*

Acciones. *Plan de manejo (separación, acopio, manifiestos); impermeabilizar zonas de mantenimiento; kits de derrames; sanitarios portátiles con vaciado programado; registro y trazabilidad.*

Indicadores. *% residuos con destino autorizado (=100%); sanitarios vaciados ≤3 días.*

Umbrales. *Manifiesto faltante; evidencia de lixiviados; sanitario saturado.*

Evidencia/Frecuencia. *Manifiestos y bitácoras semanales; inspección diaria.*

Responsable. *Contratista / SA.*

Marco. *LGPGIR; NOM-161 (RME); NOM-052/053/054 (peligrosos); NOM-083 (disposición).*

IV.2.4.7 Ficha I-W1 · Aporte de sedimentos / obstrucción de drenajes

Objetivo. Mantener cauces/alcantarillas libres y reducir arrastre de finos.

Acciones. Trampas de sedimentos, geocostales y barreras de paja; cunetas estabilizadas; limpieza post-lluvia; decantación en frentes de corte; protección de bocas de alcantarilla.

Indicadores. Barreras operativas (=100%); sólidos retirados <50% de capacidad.

Umbrales. Deposición aguas abajo; capacidad de trampa >50% sin retiro.
Evidencia/Frecuencia. Revisiones tras cada lluvia; reporte quincenal de limpieza.

Responsable. Contratista / SA.

Marco. LGEEPA; Ley de Aguas Nac.; permisos CONAGUA; normatividad municipal.

IV.2.4.8 Ficha I-W3 · Modificación puntual de cauces/capacidad hidráulica

Objetivo. Garantizar capacidad hidráulica y no inducir inundaciones/erosión.

Acciones. Obras conforme proyecto hidráulico; no invadir zona federal; mantener pasos y encauzamientos con disipadores; señalización y desvíos temporales; restitución de márgenes.

Indicadores. Sección hidráulica conforme diseño (=100%); sin socavación visible.

Umbrales. Azolves recurrentes; desbordamientos; daño a obra de drenaje.

Evidencia/Frecuencia. Bitácora de aforos/lluvias; inspección post-evento.

Responsable. Residente/Contratista/SA.

Marco. LAN/CONAGUA (ZOFEs, títulos); NOM-011-CONAGUA (aprovechamiento).

IV.2.4.9 Ficha I-P2 Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción

Objetivo. Mantener integridad escénica y orden en frentes.

Acciones. Plan de orden y limpieza; apantallamientos temporales; retiro oportuno de escombros; revegetación temprana; diseño y ubicación ordenada de instalaciones temporales.

Indicadores. Áreas ordenadas (=100%); % cumplimiento de revegetación mensual (≥100%).

Umbrales. Taludes desnudos; acopios fuera de área; queja por desorden.

Evidencia/Frecuencia. Checklist semanal; fotos georreferenciadas.

Responsable. Contratista / SA.

Marco. Bandos/Reglamentos municipales de imagen urbana.

IV.2.4.10Ficha I-V1 · Pérdida de cobertura vegetal secundaria (Flora)

Objetivo. Minimizar remoción y compensar 1:1 con nativas.

Acciones. Delimitación de desmonte; **rescate de flora** (plantas/propágulos), vivero temporal; reforestación 1:1 (densidad y composición local); mantenimiento y control de

invasoras.

Indicadores. Superficie restaurada/mes ≥100% del programa; % sobrevivencia a 12 meses ≥70%.

Umbrales. Supervivencia <70%; avance <80% del programa mensual.

Evidencia/Frecuencia. Censos de plantación trimestrales; planos "as-built" de reforestación.

Responsable. SA / Vivero / Contratista.

Marco. LGDFS (cambio de uso); LGVS; NOM-059-SEMARNAT (especies).

IV.2.4.11 Ficha I-F1 · Desplazamiento/estrés de fauna por ruido/tránsito

Objetivo. Evitar afectación a fauna, en especial especies NOM-059 y endémicas modeladas.

Acciones. Inducción y cartelera de fauna; **ahuyentamiento previo**; horarios; rutas evitando ribera/galería; prohibición de caza/venenos; registro y atención de hallazgos.

Indicadores. Incidentes con fauna = 0; % personal capacitado ≥95%.

Umbrales. Reporte de afectación; actividad nocturna de obra no autorizada.

Evidencia/Frecuencia. Bitácoras diarias; reportes mensuales a SEMARNAT.

Responsable. SA / MVZ especializado / Contratista.

Marco. LGVS y Reglamento; NOM-059-SEMARNAT.

IV.2.4.12 Ficha I-F2 · Atropellamiento de fauna / pérdida de conectividad

Objetivo. Mantener conectividad funcional y reducir atropellamientos.
Acciones. Señalización "paso de fauna"; velocidad ≤60 km/h en tramos críticos; **pasos transversales/alcantarillas funcionales** + guías/cerco leve; limpieza de pasos; campañas con comunidad.

Indicadores. Pasos operativos (=100%); atropellamientos/mes = 0–tendencia ↓.

Umbrales. ≥1 atropellamiento/mes/tramo; paso obstruido.

Evidencia/Frecuencia. Monitoreo quincenal de pasos; registro georreferenciado de incidentes.

Responsable. SA / Conservación Rutinaria.

Marco. LGVS; lineamientos de pasos de fauna SCT/SEMARNAT (buenas prácticas).

IV.2.4.13 Ficha I-F3· Captura o molestia a fauna (NOM-059)

Objetivo. Cero captura/molestia no autorizada.

Acciones. Programa de **rescate y reubicación** con permisos; solo personal acreditado; protocolos de manejo y liberación; reporte a SEMARNAT.

Indicadores. % eventos con acta y registro (=100%); mortalidad = 0.

Umbrales. Manejo por personal no autorizado; ejemplar muerto.

Evidencia/Frecuencia. Actas y fichas por evento; informe mensual.

Responsable. SA / MVZ con autorización.

Marco. LGVS; NOM-059-SEMARNAT; permisos de manejo/colección científica.

IV.2.4.14 Ficha I-R2 Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal

Objetivo. Evitar focos insalubres para trabajadores y población.

Acciones. Sanitarios portátiles suficientes y limpios (≥1/15 personas); recolección de RSU diaria; agua para lavado de manos; señalización y control de alimentos; rutas de recolección autorizadas.

Indicadores. Vaciado sanitario ≤3 días; % recolección diaria (=100%).

Umbrales. Olores/fugas; acumulación de RSU >24 h; queja de salud.

Evidencia/Frecuencia. Bitácoras de servicio; fotos; registros de disposición.

Responsable. Contratista / SA.

Marco. NOM-001-SSA (edificaciones sanitarias); LGPGIR; reglamentos municipales.

IV.2.4.15 Procedimientos y técnicas para la toma de muestras, transporte y conservación; análisis, medición y almacenamiento

Enfoque general. La verificación de la efectividad de los programas se hará mediante: (i) **observación dirigida** con listas de verificación y evidencia fotográfica georreferenciada, y (ii) **mediciones instrumentales** para variables clave (ruido, polvo, caudal/obstrucciones y

éxito de revegetación). Todo quedará **trazable** en bitácoras, con cadena de custodia cuando aplique.

IV.2.4.15.1 Diseño estadístico y selección de puntos

- **Unidades de muestreo:** frentes de obra, patios/acopios, accesos, cruces de escorrentía y tramos sensibles (asentamientos/escuela/salud).
- **Puntos fijos** con coordenada UTM (WGS84 / UTM 14N) y fotos "antes-después".
- **Replicación:** mínimo **3 réplicas** por frente/variable; testigos **aguas arriba/contra-viento** cuando aplique.
- **Tamaño muestral:** balanceado por tramo de 2–3 km; ajuste adaptativo si se rebasa algún umbral (se duplica n por 2 ciclos).

IV.2.4.15.2Técnicas de medición (resumen operativo)

- **Polvo (PM10/PM2.5):** inspección visible (escala cualitativa) + **placas de deposición**/trampas pasivas (24 h) en accesos y viviendas cercanas; registro de **riegos** (volumen/frecuencia).
- **Emisiones de combustión: opacímetro** para diésel cuando se disponga; verificación de **dictámenes NOM** (041/045/050) y bitácoras de mantenimiento.
- **Olores:** listas de verificación (sanitarios/almacenamiento orgánicos); registro de **quejas** y correcciones.
- **Ruido ambiental: sonómetro clase 2** (modo continuo, Leq 15 min) en colindancias sensibles (día/noche).
- **Sedimentos/obstrucción:** inspección post-lluvia; **barreras y trampas** (integridad/capacidad) y **lin. de cárcavas** (longitud/profundidad).
- **Revegetación/erosión: porcentaje de cobertura** (cuadrantes 1 m^2), **supervivencia** (%), **estacas de erosión** (cambio de cota).
- **Fauna:** actas de **ahuyentamiento/rescate**, **reubicación** (sitio y fecha), **uso de pasos** (huellas/cámaras) en 2 campañas/año.

IV.2.4.15.3Conservación, transporte y cadena de custodia

- Etiquetado único (código, punto, fecha/hora, responsable).
- Resguardo en contenedores limpios; fotos y coordenada.
- **Cadena de custodia** para materiales/placas y memoria de sonómetro/opacímetro.

IV.2.4.15.4 Almacenamiento y análisis de datos (QA/QC)

- Base maestra en **Excel**/GIS con respaldo semanal.
- **QA/QC:** duplicados (10 %), blancos (cuando aplique), calibraciones pre/post medición.
- **Análisis:** estadística descriptiva; **ANOVA** para comparar tramos/etapas; control con **gráficas de umbrales**.

IV.2.4.15.5 Logística e infraestructura

- Sonómetro clase 2, opacímetro (si disponible), GPS, cintas, estacas, cuadrantes, cámaras trampa (fauna), EPP, vehículo y radio.

- Roles: **Contratista** (ejecución), **Supervisión Ambiental (SA)** (verificación y reporte), **Residente** (correcciones).

IV.2.4.15.6 Calendario de muestreo

CUADRO IV-39PROGRAMAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

VARIABLE	PERIODICIDAD DEL MUESTREO
Emisiones de polvo (deposición/visibilidad)	**Semanal** en obra; **diaria** en estiaje para frentes activos
Emisiones de gases por combustión (opacidad/verificación)	**Mensual** (bitácoras y dictámenes NOM) y **previo a arranque de frente**
Control de olores (sanitarios/orgánicos)	**Semanal** y **tras quejas**
Monitoreo sonoro (Leq 15 min)	**Quincenal** (día/noche) y **cuando se modifique el frente**

CUADRO IV-40PROTECCIÓN DE ESPECIES DE VIDA SILVESTRE

VARIABLE	PERIODICIDAD DEL MUESTREO
Índice de sobrevivencia de flora/fauna rescatada	**Mensual** durante obra y **trimestral** el primer año de operación
Funcionamiento de pasos de fauna y estructuras de protección	**Dos campañas/año** (secas/lluvias) por **5 años**
Aumento poblacional por repoblamiento vegetal (densidad/% cobertura)	**Mensual** durante establecimiento; **bimestral** al mes 6–12

CUADRO IV-41ACCIONES DE REFORESTACIÓN (COMPENSACIÓN)

VARIABLE	*PERIODICIDAD DEL MUESTREO*
Cobertura vegetal (%) en áreas reforestadas	***Semestral***
Erosión (variación de cota en estacas; cm)	***Mensual** en temporada de lluvias*

CUADRO IV-42RESTAURACIÓN EN ZONAS AFECTADAS POR LA CONSTRUCCIÓN

VARIABLE	*UNIDAD DE MEDICIÓN*
Reforestación de frentes de trabajo	***ha** y **m de talud** restaurados; **% supervivencia***
Estabilización y repoblamiento de zonas de galería	***m lineales** estabilizados y **% cobertura** (si lo prefieres, añadimos aforo **m³/s** en puntos de control para ver tendencia de azolves)*

CUADRO IV-43 MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS

VARIABLE	*UNIDAD DE MEDICIÓN*
Presencia/ausencia de residuos fuera de contenedores	***Inspección semanal** desde preparación hasta cierre de obra*

VARIABLE	*UNIDAD DE MEDICIÓN*
Presencia de plagas (vectores en patios/sanitarios)	***Eventos/mes** y **acta de control***

IV.2.4.15.7 Responsables del muestreo

Supervisor(a) Ambiental (SA) del promovente: planeación, QA/QC y reportes.
Contratistas y cuadrillas: ejecución de riegos, orden, registros y apoyo logístico.
Especialistas (fauna/flora/hidrología): campañas específicas y análisis.
Formatos y soporte: plantillas **Word/Excel**, GIS y **archivo fotográfico** con nomenclatura estándar (Tramo-Punto-Fecha).

IV.2.4.16 Procedimientos de acción cuando se rebasen valores permisibles o umbrales

Detección y aviso inmediato (SA) → registro en bitácora y notificación al Residente.

Acción correctiva en sitio:

Polvo: riegos adicionales, confinamiento/cobertura de acopios, reducción de velocidad, reprogramación del frente con viento alto.

Ruido: barreras móviles, horarios, mantenimiento, sustitución de equipo, pausas operativas.

Sedimentos/obstrucción: reconstrucción de barreras, retiro de sólidos (>50 % capacidad), reconformación de taludes.

Residuos: limpieza inmediata, refuerzo de contenedores/señalización y capacitación puntual.

Fauna: pausa controlada, reubicación por personal acreditado, refuerzo de señalética/limitadores de velocidad y cierres temporales de paso nocturno si procede.

Re-muestreo de verificación en ≤ 72 h.

Prevención sistemática: ajuste de procedimiento, capacitación focal y **auditoría interna**.

Calidad (QA/QC): revisión de calibraciones/formatos y, si aplica, **auditoría externa**.

Contingencias: activación del plan (incendio, derrame, crecida súbita), con reporte a autoridad cuando corresponda.

Reporte a SEMARNAT (cuando aplique): descripción del evento, acciones y evidencia.

IV.2.4.16.1 Conclusión

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y el Plan de Manejo propuestos operativizan las medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo que derivan del análisis de impactos del proyecto. Con base en las matrices causa-efecto, la valoración por índices (MED, SAC, I, G) y los umbrales de significancia adoptados, los impactos críticos sin control se concentran en: (i) pérdida/fragmentación de cobertura vegetal, (ii) riesgo de erosión y deslizamientos en taludes, (iii) desplazamiento y atropellamiento de fauna (efecto borde), y (iv) afectaciones puntuales a la calidad del aire y del agua durante preparación y construcción. La implementación integral del SGA reduce estos impactos desde intensidades “altas/muy altas” a significancias “bajas-moderadas”, dejando como residuales permanentes el sellado de la franja vial, la modificación morfológica local de cortes y un efecto borde controlado mediante pasos y señalización de fauna.

El programa de protección de biodiversidad —que incluye rescate y reubicación de flora y fauna, con énfasis en especies endémicas y NOM-059—, junto con la reforestación compensatoria (tasa 1:1 con especies nativas y criterios de conectividad), la estabilización de taludes y el control de escurrimientos, constituye el eje de compensación ecológica. Para la operación, los pasos de fauna, la gestión de velocidad y la señalización estratégica disminuyen el riesgo de atropellamiento y mantienen la conectividad funcional.

El Plan de Monitoreo establece indicadores verificables, valores de referencia, umbrales de alerta y acciones correctivas para cada procedimiento (calidad de aire/ruido, erosión-estabilidad, cobertura vegetal/éxito de reforestación, funcionalidad de pasos de fauna, residuos y limpieza), con periodicidades diferenciadas y análisis estadístico (ANOVA) sobre bases de datos normalizadas. La evidencia se integra en bitácoras y reportes con foto-georreferenciación y formatos estandarizados.

En términos de cumplimiento, el SGA asigna responsables (supervisión ambiental del promovente), define flujos de información y reportes a la autoridad, e incorpora auditorías y protocolos de contingencia ante rebase de umbrales. Con ello se garantiza trazabilidad de decisiones, mejora continua y capacidad de respuesta.

Finalmente, el balance ambiental-social muestra que, con las medidas aplicadas, los beneficios netos en movilidad y acceso a servicios se obtienen manteniendo la integridad ecológica del área dentro de márgenes aceptables, siempre que se cumpla estrictamente la jerarquía de mitigación, el programa de restauración/rehabilitación y el monitoreo adaptativo establecido en este capítulo.

IV.3 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Siguiendo el enfoque de análisis prospectivo propuesto por Michel Godet, este apartado construye escenarios ambientales contrastados que permiten visualizar

trayectorias posibles de la **RE, el AI y el AP** ante la ejecución del Proyecto. El propósito no es predecir el futuro de manera absoluta, sino comparar condiciones probables bajo distintos supuestos de intervención, manejo ambiental y seguimiento.

Desde esta perspectiva, el futuro no se entiende como un resultado fijo, sino como una trayectoria que puede orientarse mediante decisiones técnicas, institucionales y ambientales. En el caso del Proyecto, dichas decisiones se expresan en la forma en que se previenen, mitigan, restauran, compensan y vigilan los impactos ambientales identificados.

El diagnóstico ambiental de la **RE, el AI y el AP**, la identificación y valoración de impactos, así como las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental propuestas, constituyen la base técnica para la construcción de los escenarios. Estos escenarios permiten reconocer, por un lado, las vulnerabilidades existentes del territorio y, por otro, los efectos diferenciados que tendría la ejecución del Proyecto con o sin medidas ambientales.

El análisis prospectivo parte de que la modernización del camino **E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras)–Coicoyán de las Flores–Límites Edos. Oax./Gro.**, con una meta de **9.380 km más ramal de 0.911 km**, se inserta en un territorio previamente intervenido, con presencia de caminos existentes, asentamientos dispersos, agricultura de temporal, áreas abiertas, vegetación nativa y secundaria, escurrimientos, laderas y zonas susceptibles a erosión.

En este sentido, los pronósticos ambientales no se limitan a describir efectos aislados, sino que comparan trayectorias posibles para el territorio bajo tres condiciones:

A. **Escenario de referencia o línea base**, correspondiente a la evolución probable de la RE, el AI y el AP sin la ejecución del Proyecto.

B. **Escenario con Proyecto sin aplicación de medidas de mitigación**, que representa la condición de mayor presión ambiental asociada a la ejecución de la obra sin controles ambientales.

C. **Escenario con Proyecto, medidas de mitigación, compensación y Plan de Vigilancia Ambiental**, que representa la trayectoria esperada con aplicación efectiva de los programas ambientales, medidas de manejo, restauración, reforestación, control de impactos y seguimiento.

La comparación de estos escenarios permite valorar la importancia de las medidas ambientales propuestas y reconocer los impactos residuales que podrían permanecer aun con la aplicación del Sistema de Gestión Ambiental y del Programa de Vigilancia Ambiental. Asimismo, permite identificar la trayectoria ambiental más favorable para el Proyecto, en la cual la mejora de movilidad, funcionalidad hidráulica y conectividad social pueda alcanzarse sin desatender la protección de los componentes ambientales relevantes.

IV.3.1 ESCENARIO DE REFERENCIA O LÍNEA BASE

El escenario de referencia corresponde a la evolución probable de la RE, el AI y el AP en ausencia del Proyecto. En este escenario, el camino de terracería existente y su ramal continuarían operando bajo las condiciones actuales, **con limitaciones de transitabilidad, deterioro físico, restricciones durante la temporada de lluvias y baja eficiencia en la movilidad local**.

La RE se localiza en un contexto serrano de la Mixteca Alta, con relieve accidentado, laderas, cañadas, zonas de montaña, terrazas, escurrimientos intermitentes y una matriz territorial rural integrada por agricultura de temporal, asentamientos dispersos, caminos existentes, áreas abiertas, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y sectores con bosque de pino-encino. Esta condición muestra un territorio previamente intervenido, pero con elementos ambientales sensibles asociados a vegetación nativa y secundaria, escurrimientos, suelos susceptibles a erosión, laderas, taludes y conectividad ecológica local.

Sin la ejecución del Proyecto, las tendencias actuales continuarían determinadas por la presión antrópica regional, la agricultura de temporal, el uso local de recursos, el tránsito sobre caminos existentes, la apertura de brechas, la fragmentación de vegetación, la erosión hídrica, el arrastre de sedimentos y la limitada infraestructura de drenaje, saneamiento y mantenimiento vial.

IV.3.1.1 Suelo, relieve y erosión en el escenario de referencia

En ausencia del Proyecto, la dinámica natural y antrópica de erosión continuaría asociada a la pendiente, la pedregosidad, la escasa profundidad efectiva de algunos suelos, la pérdida de cobertura vegetal en zonas intervenidas y la concentración de escurrimientos durante la temporada de lluvias. Los taludes existentes, caminos de terracería, laderas abiertas y superficies agrícolas seguirían expuestos a procesos de erosión, arrastre de material y formación de surcos o cárcavas en sitios puntuales.

La falta de modernización no eliminaría estos procesos, ya que forman parte de una tendencia regional previa. No obstante, tampoco se generarían las afectaciones directas asociadas a nuevas obras, como cortes, rellenos, pavimentación, ampliación de sección, obras de drenaje o remoción adicional de vegetación dentro de la huella del Proyecto.

IV.3.1.2 Vegetación y conectividad ecológica

La vegetación de la RE se mantendría como un mosaico de coberturas forestales, vegetación secundaria, agricultura y áreas abiertas. Los parches de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y bosque de pino-encino seguirían cumpliendo funciones de protección del suelo, regulación hídrica, hábitat, refugio de fauna y conectividad ecológica local.

Sin embargo, la conectividad ecológica continuaría siendo parcial y fragmentada por caminos existentes, asentamientos, áreas agrícolas y aprovechamiento local de recursos. En este escenario no se produciría la remoción directa de las 8.90 ha de vegetación nativa y secundaria atribuible al Proyecto, pero sí persistirían las presiones preexistentes sobre la cobertura vegetal.

Es posible la apertura de otras brechas que no cumplirán con especificaciones técnicas o serán seguras para la población.

IV.3.1.3 Agua superficial y obras de drenaje

En el escenario de referencia, los escurrimientos, arroyos menores, cañadas y zonas de concentración de escorrentía continuarían funcionando bajo las condiciones actuales. La presencia de obras de drenaje existentes, cunetas o pasos de agua seguiría condicionando la conducción del flujo superficial durante lluvias.

La falta de modernización podría mantener problemas asociados a azolve, deterioro de obras de drenaje, escurrimiento superficial concentrado, encharcamientos puntuales, erosión en márgenes y arrastre de sedimentos, particularmente en sectores con pendientes fuertes, taludes inestables o materiales sueltos.

IV.3.1.4 Calidad del aire, ruido y movilidad

La calidad del aire se mantendría influida principalmente por el tránsito local, el polvo generado por caminos de terracería y actividades agropecuarias, así como por la circulación vehicular en condiciones de baja eficiencia. Durante la temporada seca, el tránsito sobre superficies sin pavimentar seguiría generando partículas suspendidas, especialmente en zonas habitadas, caminos locales y áreas abiertas.

El ruido continuaría siendo bajo a moderado en la mayor parte del trazo, con incrementos puntuales por tránsito, vehículos de carga, motocicletas, maquinaria agrícola o actividades comunitarias. Sin embargo, la condición de terracería, baches, irregularidades y baja eficiencia de circulación mantendría tiempos de traslado elevados, mayor desgaste vehicular y limitaciones de acceso durante lluvias.

IV.3.1.5 Paisaje y componente social

El paisaje serrano conservaría sus rasgos principales, asociados a laderas, cañadas, zonas agrícolas, asentamientos rurales, vegetación secundaria y bosque de pino-encino. No obstante, continuarían observándose procesos de deterioro visual relacionados con erosión, caminos en mal estado, taludes desnudos, residuos dispersos, áreas agrícolas abiertas y superficies previamente intervenidas.

Desde el punto de vista social, la población local continuaría dependiendo del camino existente para movilidad, acceso a servicios, actividades productivas, traslado escolar, comercio, atención médica y comunicación entre localidades. Sin modernización, persistirían limitaciones de transitabilidad, mayor tiempo de traslado, riesgos en temporada de lluvias y menor eficiencia en la conectividad territorial.

IV.3.1.6 Limitaciones de conectividad, acceso a servicios y desarrollo social en ausencia del Proyecto

En el escenario de referencia, la no ejecución del Proyecto mantendría las condiciones actuales de conectividad limitada entre localidades, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando el camino de terracería y su ramal pueden presentar deterioro, encharcamientos, erosión, pérdida de transitabilidad, azolve de obras de drenaje y restricciones al paso vehicular.

Esta condición no sólo representa una limitante de movilidad, sino también un factor que reduce la capacidad de la población para acceder de manera oportuna y segura a servicios básicos y oportunidades sociales. La falta de modernización del camino mantendría tiempos de traslado elevados, mayor desgaste vehicular, interrupciones temporales del tránsito y mayores costos de desplazamiento para las comunidades que dependen de esta vía para su vida cotidiana.

En este sentido, la permanencia de una infraestructura vial deficiente podría limitar el acceso regular a servicios de salud, educación, abasto, comercio, trámites administrativos, transporte público, actividades productivas y atención de emergencias. Asimismo, podría restringir la salida de productos locales, la movilidad laboral, el intercambio comercial y la integración funcional entre localidades rurales dispersas.

La ausencia del Proyecto también podría favorecer la apertura o uso de brechas alternas sin especificaciones técnicas adecuadas, lo que incrementaría riesgos para la población y podría generar afectaciones ambientales adicionales, como compactación de suelo, erosión, pérdida de vegetación, modificación de escurrimientos y fragmentación local de hábitats.

Por lo anterior, en el escenario sin Proyecto no se producirían los impactos directos asociados a la construcción; sin embargo, tampoco se corregirían las limitaciones actuales de conectividad, seguridad vial y funcionalidad hidráulica del camino. En consecuencia, persistiría una condición de rezago territorial que puede dificultar el acceso de la población a mejores condiciones sociales, económicas y de bienestar, así como limitar la capacidad regional para responder ante emergencias, fenómenos climáticos y necesidades de movilidad cotidiana.

IV.3.1.7 Síntesis del escenario de referencia

En síntesis, el escenario de referencia muestra un sistema ambiental que mantiene procesos de intervención previa, fragmentación local, susceptibilidad a erosión,

presión sobre vegetación, limitaciones en drenaje superficial y restricciones de movilidad. La ausencia del Proyecto evitaría impactos directos por construcción, como desmonte, cortes, rellenos, sellado del suelo y ocupación de superficies agrícolas; sin embargo, también mantendría las condiciones actuales de deterioro vial, generación de polvo por terracería, baja funcionalidad hidráulica y limitaciones de conectividad social.

IV.3.2 ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Este escenario considera la ejecución del Proyecto sin aplicar medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación ni vigilancia ambiental. Representa la trayectoria de mayor presión ambiental, al incorporar las actividades de desmonte, despalme, cortes, rellenos, pavimentación, operación de maquinaria, movimiento de materiales, construcción de obras de drenaje, manejo de residuos y tránsito de personal sin controles específicos.

En caso de falta de medidas de mitigación, los impactos adversos identificados podrían manifestarse con mayor intensidad, extensión y duración, especialmente sobre vegetación, suelo, agua superficial, fauna, paisaje, movilidad local, seguridad y superficie agrícola.

IV.3.2.1 Atmósfera, ruido y vibraciones

Sin medidas de control, el desmonte, despalme, cortes, excavaciones, movimiento de tierras, acarreo de materiales y tránsito de maquinaria generarían un incremento temporal de partículas suspendidas, asociado al impacto **I-A1 Disminución temporal de la calidad del aire por partículas suspendidas**. La falta de riego, cobertura de acopios, control de velocidad y manejo de materiales finos favorecería la dispersión de polvo hacia viviendas, parcelas, vegetación aledaña y caminos locales, causando diversos problemas como es la inhibición de la fotosíntesis y mayor afectación sobre la flora y fauna, además de efectos negativos para los pobladores de las localidades de los municipios de Coicoyán de las Flores y de San Martín Peras.

De igual forma, el uso de maquinaria, vehículos y equipo sin mantenimiento preventivo incrementaría las emisiones de combustión asociadas al impacto **I-A2 Emisiones de combustión por maquinaria, vehículos y equipo**. La operación prolongada en ralentí, la falta de verificación de unidades y el tránsito desordenado podrían generar episodios puntuales de humo visible y disminución local de la calidad del aire.

Respecto del impacto **I-H1 Incremento temporal de ruido y vibraciones**, la operación simultánea de maquinaria, compactadores, camiones, cortes y actividades de carga y descarga podría generar molestias a la población cercana, pérdida de confort sonoro y perturbación temporal para fauna, especialmente en tramos próximos a viviendas, caminos locales o sitios de uso comunitario. Lo anterior, sin duda podría ocasionar problemas sociales.

IV.3.2.2 Suelo, relieve y erosión

Sin delimitación estricta de áreas de trabajo, el impacto **I-S1 Compactación del suelo** podría extenderse fuera del AP hacia patios improvisados, accesos temporales, zonas de acopio o superficies agrícolas colindantes. Esta condición reduciría la infiltración, modificaría la estructura del suelo y dificultaría la recuperación de áreas temporales.

El impacto **I-S2 Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial** se incrementaría si el suelo producto del despalme no se separa, protege o reutiliza. La mezcla del horizonte superficial con material pétreo, residuos, combustibles o excedentes de excavación provocaría la pérdida de un recurso útil para restauración, arrope de taludes y reforestación.

El impacto **I-S3 Erosión y arrastre de suelo** sería uno de los efectos más relevantes en ausencia de medidas, debido a la exposición de taludes, cortes, rellenos y superficies desnudas durante lluvias. Sin barreras de sedimentos, protección temporal, estabilización progresiva ni control de escurrimientos, se favorecería la formación de surcos, cárcavas, arrastre de materiales hacia cañadas y obstrucción de obras de drenaje.

La **I-S4 Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos** podría intensificarse si los cortes, rellenos y taludes no se ejecutan con criterios de estabilidad. En zonas de ladera, montaña escarpada o frentes de mayor pendiente, la falta de manejo de taludes podría generar desprendimientos, erosión concentrada y condiciones de riesgo para la obra, trabajadores y usuarios.

El impacto **I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada** se mantendría como un efecto permanente de la pavimentación. Sin manejo adecuado de escurrimientos, cunetas, lavaderos y obras de drenaje, el incremento del escurrimiento superficial podría concentrarse en puntos vulnerables y favorecer erosión o socavación aguas abajo.

IV.3.2.3 Agua superficial e infraestructura hidráulica

En ausencia de medidas, el impacto **I-W1 Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje** se manifestaría por el arrastre de suelo, material de excavación y residuos hacia cañadas, arroyos, cunetas y alcantarillas. Durante lluvias, este material podría provocar azolve, obstrucción de obras de drenaje, desvíos de flujo y afectación a vegetación o parcelas aguas abajo.

El impacto **I-W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica** podría agravarse si las obras de drenaje se ejecutan sin control de materiales, sin mantener la sección hidráulica efectiva o con ocupación innecesaria de cauces y márgenes. Esta condición aumentaría el riesgo de estrechamientos, represamientos, desbordamientos puntuales o erosión localizada.

El impacto **I-W3 Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames** se incrementaría si el abastecimiento de combustibles, el mantenimiento de maquinaria, el almacenamiento de aceites, lubricantes, pinturas o solventes se realiza cerca de cauces, cañadas o zonas de escurrimiento. En ausencia de medidas de contención, los derrames podrían migrar hacia suelo y agua superficial.

IV.3.2.4 Vegetación y flora nativa

Sin medidas de control, la **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria** podría rebasar la superficie estrictamente requerida, afectando vegetación fuera de los límites del Proyecto. La falta de delimitación, señalización, supervisión y control de maquinaria podría ampliar innecesariamente la pérdida de cobertura vegetal y hábitat.

Asimismo, la **I-V2 Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo** podría presentarse si no se realizan recorridos previos, marcaje, rescate de individuos, manejo de germoplasma o verificación de especies antes del desmonte. Aunque las especies en riesgo registradas en la RE no fueron documentadas en el AI y AP durante los muestreos, la ausencia de medidas eliminaría la posibilidad de atender individuos aislados que pudieran encontrarse durante la ejecución.

IV.3.2.5 Fauna silvestre

En el escenario sin medidas, la **I-F1 Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna** se incrementaría por ruido, vibraciones, presencia de personal, maquinaria, remoción de vegetación y apertura de frentes sin liberación ambiental previa.

La **I-F2 Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local** podría aumentar durante construcción, operación y mantenimiento si no existen controles de velocidad, señalización, vigilancia, adecuación de pasos de fauna o mantenimiento de alcantarillas funcionales para el cruce de fauna.

Cabe decir que la vialidad mantendrá una velocidad máxima de 50 Km/h, lo que puede dar oportunidad de que algunas sp de fauna puedan huir, sin embargo, las más afectadas pueden ser las sp de lento desplazamiento, y es por ello de no realizarse la construcción de pasos de fauna no se atenuará el impacto sobre la fauna.

La **I-F3 Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre** podría presentarse por desconocimiento del personal, captura no autorizada, hostigamiento, manipulación incorrecta, presencia de mascotas, atracción de fauna por residuos o falta de protocolos de reporte y atención.

IV.3.2.6 Paisaje, residuos, movilidad, seguridad e incendios

Sin medidas, la **I-P1 Alteración temporal del paisaje por frentes de obra** sería evidente por acopios desordenados, residuos, maquinaria, taludes desnudos, cortes expuestos e instalaciones temporales visibles. La **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial** se mantendría como impacto residual, pero podría percibirse con mayor severidad si no se aplican acciones de estabilización, restauración, revegetación e integración visual.

Los impactos **I-R1 Generación y manejo de residuos de construcción, excavación y mantenimiento** e **I-R2 Generación de residuos sólidos urbanos y sanitarios por presencia de personal** podrían generar acumulación de residuos, tiraderos improvisados, malos olores, fauna nociva, obstrucción de drenajes, contaminación de suelo y afectación visual.

La **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto** podría extenderse a parcelas colindantes si no se delimitan áreas, no se controla el tránsito de maquinaria o se depositan sedimentos, residuos o materiales fuera de la superficie autorizada.

La **I-Soc1 Afectaciones temporales a la movilidad local durante la construcción** se intensificaría si no se implementan señalización, comunicación, pasos controlados y organización de frentes. La **I-Soc2 Riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores** aumentaría por presencia de excavaciones, maquinaria, taludes, acopios y tránsito sin control. Finalmente, la **I-Inc1 Riesgo de incendios en frentes de obra, patios o áreas de acopio** podría presentarse por fogatas, quema de residuos, colillas, manejo inadecuado de combustibles o falta de extintores y capacitación.

IV.3.2.7 Síntesis del escenario sin medidas

En síntesis, el escenario con Proyecto sin medidas representa la condición de mayor presión ambiental. Bajo esta trayectoria se intensificarían los impactos sobre vegetación, suelo, agua superficial, fauna, paisaje, movilidad, seguridad y superficie agrícola. Los impactos más sensibles corresponderían a pérdida de cobertura vegetal, erosión, arrastre de sedimentos, modificación del relieve, sellado del suelo, afectación paisajística, riesgo de atropellamiento de fauna, manejo inadecuado de residuos, contaminación puntual por derrames y riesgos a población y trabajadores.

Este escenario confirma la necesidad de aplicar medidas ambientales específicas, programas de rescate, restauración, reforestación, manejo hídrico, control de sedimentos, prevención de incendios, manejo de fauna y vigilancia ambiental.

IV.3.2.8 Dimensión social

Aunque el Proyecto generaría beneficios potenciales en términos de empleo temporal y mejora futura de la movilidad, en un escenario sin medidas de manejo

ambiental y social se incrementarían los impactos temporales sobre la población local durante la etapa de construcción. En particular, las afectaciones a la movilidad local (**I-Soc1**) podrían manifestarse por cierres parciales, tránsito de maquinaria, restricciones temporales de paso, incremento de polvo, ruido y presencia de frentes activos en una vía de uso cotidiano para las localidades del AI.

Asimismo, los riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores (**I-Soc2**) aumentarían si no se aplican medidas de señalización, delimitación de frentes, control de accesos, manejo de excavaciones, organización de tránsito de obra y comunicación con la población. La presencia de maquinaria pesada, taludes, materiales, acopios, obras de drenaje en proceso y vehículos de carga sin controles adecuados podría elevar la probabilidad de incidentes, molestias o percepción de inseguridad.

La falta de manejo adecuado de residuos de construcción, excavación, mantenimiento, residuos sólidos urbanos y sanitarios (**I-R1** e **I-R2**) también podría generar condiciones de desorden, malos olores, fauna nociva, tiraderos improvisados y deterioro visual en frentes de obra, patios, áreas auxiliares o zonas cercanas a viviendas y caminos locales. De igual forma, la ausencia de controles para polvo, emisiones, ruido y vibraciones (**I-A1**, **I-A2** e **I-H1**) podría incrementar la molestia social, especialmente en tramos próximos a asentamientos, zonas de tránsito comunitario o áreas agrícolas habitadas.

En un territorio con localidades dispersas, limitada infraestructura de servicios y alta dependencia del camino existente para movilidad cotidiana, cualquier interrupción, desorden operativo o falta de comunicación puede traducirse en inconformidad social y percepción de que los costos ambientales y de construcción recaen sobre la población local. Por ello, la ausencia de medidas no sólo incrementaría los efectos ambientales del Proyecto, sino también los riesgos de conflicto social, quejas y pérdida de confianza en la ejecución de la obra.

En síntesis, el escenario donde el Proyecto se ejecuta sin medidas de prevención, mitigación y vigilancia ambiental podría profundizar procesos de deterioro ya presentes en la RE, el AI y el AP: pérdida de suelo fértil, erosión, arrastre de sedimentos, obstrucción de drenajes, disminución temporal de la calidad del aire, ruido, desorden visual, manejo inadecuado de residuos, riesgos de incendio, afectaciones temporales a la movilidad local y mayor riesgo de atropellamiento o molestia a fauna silvestre.

Los índices de intensidad (**Iij**) muestran valores altos en impactos clave relacionados con vegetación, suelo, agua superficial, paisaje, fauna, atmósfera, movilidad y seguridad. Este escenario representa la condición de mayor presión ambiental y social asociada al Proyecto, por lo que sirve como referencia para valorar la importancia de aplicar medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental.

IV.3.3 ESCENARIO 2 CON PROYECTO LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE VIGILANCIA

En este escenario se considera la ejecución del Proyecto de modernización del camino **E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras)–Coicoyán de las Flores–Límites Edos. Oax./Gro.**, incorporando desde la etapa de preparación del sitio y construcción el conjunto de medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental previstas para atender los impactos identificados.

Con la aplicación de medidas para el control de partículas suspendidas y emisiones de combustión, ruido y vibraciones, compactación del suelo, pérdida de suelo fértil, erosión, modificación puntual del relieve, manejo de escurrimientos y obras de drenaje, prevención de derrames, manejo de residuos, protección de vegetación, rescate de flora, ahuyentamiento y reubicación de fauna, prevención de atropellamiento, restauración de suelos y componentes hídricos, reforestación compensatoria de aproximadamente 24 ha, prevención de incendios, manejo paisajístico, seguridad en frentes de obra y seguimiento mediante el Sistema de Gestión Ambiental y el Programa de Vigilancia Ambiental.

La efectividad de este escenario dependerá de que las medidas se apliquen de forma sistemática, verificable y documentada mediante bitácoras, fotografías georreferenciadas, listas de verificación, reportes de supervisión ambiental, fichas de rescate, registros de mantenimiento, evidencias de manejo de residuos y atención oportuna de desviaciones. Asimismo, dependerá de que los indicadores y umbrales de alerta definidos en el SGA permitan corregir oportunamente cualquier incumplimiento o condición de riesgo ambiental.

IV.3.3.1 Calidad del aire, ruido y confort ambiental con medidas de mitigación

Con la aplicación de las medidas para controlar partículas suspendidas y emisiones de combustión, asociadas a los impactos **I-A1** e **I-A2**, se espera que la dispersión de polvo por desmonte, despalme, cortes, excavaciones, tránsito en terracería, movimiento de materiales y operación de maquinaria se mantenga dentro de rangos manejables. Para ello se prevé la humectación de frentes de obra, caminos de acarreo, patios y acopios; el transporte de materiales con carga cubierta; la reducción de velocidad interna; el manejo controlado de materiales finos; la limpieza periódica de frentes; y el mantenimiento preventivo de maquinaria, vehículos y equipo.

Aunque durante la construcción se mantendrá un incremento temporal de partículas y gases de combustión respecto de la línea base, las medidas propuestas permitirán reducir su magnitud, recurrencia y dispersión hacia viviendas, parcelas, vegetación aledaña y caminos locales. La verificación del estado mecánico de maquinaria y vehículos, la prohibición de operación innecesaria en ralentí y la organización de rutas y horarios contribuirán a disminuir emisiones visibles, consumo innecesario de combustible y molestias a la población.

Respecto al impacto **I-H1 Incremento temporal de ruido y vibraciones**, el escenario con medidas considera la programación de actividades ruidosas en horarios adecuados, el mantenimiento de maquinaria, la reducción de maniobras innecesarias, el control de velocidad, la atención de quejas y la aplicación de medidas específicas en frentes cercanos a viviendas, escuelas, sitios de reunión o receptores sensibles. Con ello, el ruido y la vibración seguirán siendo efectos temporales de la construcción, pero podrán mantenerse acotados espacial y temporalmente.

IV.3.3.2 Suelo, relieve, erosión y superficies selladas con medidas de mitigación

En este escenario, los impactos sobre suelo y geomorfología se atienden mediante medidas específicas para I-S1 Compactación del suelo, I-S2 Pérdida de suelo fértil y exposición del horizonte superficial, I-S3 Erosión y arrastre de suelo e I-S4 Modificación puntual del relieve y posibles deslizamientos.

La delimitación del AP, frentes de obra, patios, acopios y accesos temporales permitirá evitar la ocupación innecesaria de superficies adicionales. El rescate y manejo separado del horizonte superficial del suelo reducirá la pérdida de suelo fértil y permitirá su reutilización en arrope de taludes, revegetación, restauración y reforestación. Asimismo, la ejecución de cortes y rellenos por frentes controlados, la estabilización progresiva de taludes, la instalación de barreras de sedimentos, el control de escurrimientos y la protección temporal de superficies expuestas permitirán disminuir la erosión y el arrastre de materiales.

La aplicación de estas medidas reducirá la significancia residual de impactos que, sin control, podrían generar pérdida de suelo, formación de cárcavas, arrastre de sedimentos y afectación a escurrimientos. No obstante, se mantendrán impactos residuales asociados a la modificación puntual del relieve, cortes, rellenos y conformación final de taludes, por tratarse de cambios físicos necesarios para la modernización del camino.

El impacto **I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada** permanecerá como un efecto residual, debido a la pavimentación de la superficie de rodamiento. Sin embargo, sus efectos sobre el escurrimiento superficial podrán manejarse mediante cunetas, lavaderos, obras de drenaje, disipadores, mantenimiento y conducción adecuada del agua, evitando concentraciones de flujo que favorezcan erosión o socavación.

IV.3.3.3 Factor hídrico con medidas de mitigación

La aplicación de medidas sobre el factor hídrico permitirá atender los impactos I-W1 Aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje, I-W2 Modificación puntual de cauces, escurrimientos o capacidad hidráulica e I-W3 Riesgo de contaminación puntual de suelo y escurrimientos por derrames.

El control de sedimentos en frentes de obra, taludes, acopios, bajantes y zonas de escurrimiento permitirá reducir el arrastre de suelo hacia cañadas, arroyos menores, cunetas y obras de drenaje. La identificación previa de cruces hidráulicos y escurrimientos, la delimitación de zonas de trabajo, la ubicación adecuada de acopios, la limpieza de materiales sueltos y la inspección posterior a lluvias permitirán mantener la funcionalidad hidráulica durante construcción y operación.

Las obras de drenaje mayor y menor, cunetas, lavaderos y protecciones en entradas y salidas permitirán conservar la continuidad del flujo superficial y reducir problemas de azolve, obstrucción, erosión regresiva o socavación. Además, el mantenimiento de dichas obras contribuirá al impacto benéfico **I-Ben2 Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje**.

En relación con el riesgo de contaminación por derrames, la prohibición de lavado o mantenimiento de maquinaria en cauces o escurrimientos, el manejo controlado de combustibles, aceites, lubricantes, solventes y pinturas, así como la disponibilidad de material absorbente y contención inmediata, reducirán la probabilidad de afectación puntual a suelo y agua superficial.

IV.3.3.4 Paisaje con medidas de mitigación

Bajo el escenario con medidas, la **I-P1 Alteración temporal del paisaje por frentes de obra** se controlará mediante delimitación de frentes, orden y limpieza, manejo de acopios, retiro periódico de residuos, ubicación adecuada de maquinaria, restauración de áreas auxiliares y retiro de instalaciones temporales al cierre de actividades.

La **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial** no desaparecerá, ya que la modernización del camino implica cambios visibles en la sección vial, cortes, rellenos, taludes y superficie pavimentada. Sin embargo, la estabilización progresiva de taludes, el arrope con suelo orgánico, la revegetación, la reforestación compensatoria y la restauración de superficies temporales permitirán reducir el contraste visual de suelos desnudos y favorecer la integración de la infraestructura al paisaje serrano.

En el mediano plazo, las acciones de restauración y revegetación podrán mejorar la percepción visual de los frentes intervenidos, especialmente en laderas abiertas, frentes de montaña, áreas agrícolas visibles y tramos cercanos a localidades o caminos de uso comunitario.

IV.3.3.5 Vegetación, restauración y fauna silvestre con medidas de mitigación

En términos de vegetación, la **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria** se reducirá mediante delimitación estricta de áreas de desmonte, restricción de remoción al mínimo indispensable, rescate de individuos, manejo de germoplasma, aprovechamiento de material vegetal y reforestación compensatoria de aproximadamente 24 ha. Aunque la pérdida de cobertura dentro de la huella del

Proyecto será residual, las medidas permitirán compensar y restaurar funciones ecológicas asociadas a protección del suelo, cobertura vegetal, hábitat y conectividad local.

La **I-V2 Afectación potencial a individuos o especies de flora nativa con valor ecológico o en riesgo** se atenderá mediante recorridos previos, identificación de individuos rescatables, marcaje, manejo de germoplasma y supervisión ambiental antes del desmonte. Esta medida es especialmente relevante debido a que, aunque las especies en categoría de riesgo registradas en la RE no fueron documentadas en el AI y AP durante los muestreos, no se descarta la posibilidad de localizar individuos aislados durante la ejecución.

En relación con fauna, la aplicación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna permitirá reducir la **I-F1 Desplazamiento temporal, estrés o ahuyentamiento de fauna** mediante liberación gradual de frentes, recorridos previos, rescate selectivo y capacitación del personal. La **I-F2 Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local** se reducirá mediante señalización preventiva, control de velocidad, vigilancia, registro de atropellamientos y adecuación de pasos de fauna en obras de drenaje seleccionadas. La **I-F3 Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre** se atenderá mediante protocolos de reporte, prohibición de caza, captura, hostigamiento, mascotas, trampas, cebos y venenos, así como manejo especializado de ejemplares cuando sea necesario.

Si bien el efecto de borde y la fragmentación funcional local no desaparecen por completo, el manejo de frentes, la restauración de taludes, la reforestación, el control de residuos, la adecuación de pasos de fauna y la vigilancia ambiental permitirán reducir la presión sobre fauna silvestre y mantener condiciones de conectividad funcional en puntos estratégicos.

IV.3.3.6 Dimensión social, residuos, seguridad e incendios con medidas

En el escenario con medidas, la dimensión social del Proyecto se atiende mediante acciones para reducir afectaciones temporales a la movilidad local (**I-Soc1**), riesgos temporales a la seguridad de población y trabajadores (**I-Soc2**), manejo de residuos (**I-R1** e **I-R2**), prevención de incendios (**I-Inc1**) y atención de superficies agrícolas incorporadas al Proyecto (**I-Ag1**).

Las medidas de señalización, comunicación con la población, programación de frentes, control de accesos, pasos temporales, ordenamiento del tránsito de obra y atención de quejas permitirán reducir molestias asociadas a cierres parciales, restricciones de paso o circulación de maquinaria. En materia de seguridad, la delimitación de excavaciones, control de taludes, señalamiento, capacitación, equipo de protección y control de áreas de riesgo disminuirán la probabilidad de incidentes.

El manejo de residuos de construcción, excavación, mantenimiento, residuos sólidos urbanos y sanitarios evitará tiraderos improvisados, malos olores, fauna nociva,

contaminación de suelo y deterioro visual. La prevención de incendios se fortalecerá mediante política de cero fuego, prohibición de quemas, control de combustibles, extintores, capacitación y recorridos de inspección.

Para la **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto**, se conseguirá al delimitar superficies, evitar afectaciones fuera de la huella autorizada, proteger parcelas colindantes, retirar sedimentos o residuos, restituir accesos o cercos afectados y atender quejas de propietarios o usuarios. Aunque la ocupación permanente de superficies agrícolas será residual, las medidas permitirán evitar afectaciones adicionales y reducir conflictos.

IV.3.3.7 Síntesis del escenario con medidas

En conjunto, este escenario representa la trayectoria ambiental más favorable para la ejecución del Proyecto, ya que los impactos negativos persisten, pero su magnitud, extensión, duración o significancia residual se reducen mediante medidas específicas, programas ambientales y vigilancia continua.

Los impactos residuales más relevantes se mantendrán asociados a la pérdida de cobertura vegetal dentro de la huella del Proyecto, el sellado del suelo en la franja pavimentada, la modificación puntual del relieve, la modificación permanente del paisaje y la ocupación de superficies agrícolas. Sin embargo, estos impactos serán atendidos mediante rescate de flora, manejo de germoplasma, restauración de suelos, reforestación compensatoria, control de escurrimientos, estabilización de taludes, adecuación de pasos de fauna y seguimiento ambiental.

De manera paralela, el Proyecto permitirá consolidar impactos benéficos relacionados con la mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado (**I-Ben1**), la mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje (**I-Ben2**) y la generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria (**I-Ben3**).

Por lo anterior, el escenario con Proyecto y medidas de mitigación no elimina todos los impactos, pero sí permite que éstos sean prevenidos, controlados, restaurados o compensados en la medida de lo técnicamente posible, manteniendo los efectos adversos principalmente dentro del AP y sectores inmediatos del AI, y fortaleciendo los beneficios sociales y funcionales esperados.

IV.3.4 ESCENARIO TRES. PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DEL SGA EN EL MEDIANO PLAZO

El **tercer escenario considera la operación del Proyecto** con las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación implementadas y estabilizadas, así como con el funcionamiento consolidado del Sistema de Gestión Ambiental y del Programa de Vigilancia Ambiental. En este escenario se asume la maduración progresiva de las acciones de restauración de suelos, estabilización de taludes, reforestación

compensatoria, adecuación de pasos de fauna, mantenimiento de obras de drenaje y seguimiento de impactos residuales.

En este contexto, el camino rural se integra como un elemento permanente del sistema de movilidad local y regional, mientras que las áreas restauradas, taludes revegetados, zonas reforestadas y obras hidráulicas operan como parte de la gestión ambiental y de conservación de la infraestructura. La consolidación de este escenario dependerá del cumplimiento de las medidas ambientales, del mantenimiento periódico y de la capacidad de respuesta ante desviaciones detectadas mediante el SGA y el PVA.

IV.3.4.1 Calidad del aire, ruido y confort ambiental

Durante la operación, la mejora de la superficie de rodamiento y la reducción de puntos críticos de baja transitabilidad permitirán una circulación más continua y segura. Esto contribuirá a disminuir emisiones asociadas a frenados, aceleraciones bruscas, tránsito lento, levantamiento de polvo en terracería y maniobras forzadas de vehículos, con lo cual se fortalecerá el impacto benéfico **I-Ben1 Mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado**.

Los impactos asociados a partículas suspendidas y emisiones de combustión (**I-A1** e **I-A2**) tenderán a disminuir respecto de la etapa de construcción, quedando principalmente vinculados a actividades de mantenimiento, tránsito vehicular y condiciones puntuales de sequía o polvo en accesos no pavimentados. El mantenimiento de la superficie de rodamiento, la limpieza de cunetas, el control de residuos y la conservación de áreas restauradas contribuirán a reducir la generación secundaria de polvo.

El impacto **I-H1 Incremento temporal de ruido y vibraciones** también disminuirá respecto de la etapa constructiva. Durante la operación, el ruido estará asociado al tránsito vehicular ordinario; sin embargo, una carpeta en mejores condiciones, la reducción de baches y la mejora de la transitabilidad pueden disminuir vibraciones y maniobras bruscas que actualmente incrementan la percepción de molestia. El control de velocidad en tramos sensibles y el mantenimiento vial serán relevantes para mantener el confort ambiental y la seguridad de usuarios y población cercana.

IV.3.4.2 Suelo, agua y superficie agrícola

En el mediano plazo, las superficies restauradas con suelo orgánico recuperado, arrope de taludes, revegetación y reforestación deberán avanzar hacia una condición más estable, con menor susceptibilidad a erosión y mayor protección frente al escurrimiento superficial. Las medidas vinculadas a **I-S1**, **I-S2**, **I-S3** e **I-S4** permitirán que los impactos sobre compactación, pérdida de suelo fértil, erosión y modificación puntual del relieve se mantengan controlados, especialmente en áreas auxiliares, taludes, cortes y zonas intervenidas temporalmente.

El impacto **I-S5 Sellado del suelo y reducción de infiltración directa en la franja pavimentada** permanecerá como impacto residual, debido a que la superficie de rodamiento tendrá una condición sellada. No obstante, el funcionamiento adecuado de cunetas, lavaderos, obras de drenaje y disipadores permitirá conducir el escurrimiento superficial, reducir erosión concentrada y evitar afectaciones a laderas, parcelas o cañadas aguas abajo.

En el componente hídrico, la operación y mantenimiento de obras de drenaje contribuirá a consolidar el impacto benéfico **I-Ben2 Mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje**. La limpieza periódica, el desazolve, la revisión posterior a lluvias y el mantenimiento de entradas y salidas permitirán disminuir azolves, obstrucciones, desbordamientos puntuales y daños por escurrimiento concentrado.

Respecto de la **I-Ag1 Disminución del potencial productivo agrícola en superficies incorporadas al Proyecto**, se mantendrá un impacto residual en las superficies agrícolas ocupadas permanentemente por la infraestructura. Sin embargo, las medidas de delimitación, restitución de áreas temporales, retiro de residuos, control de sedimentos y atención a propietarios o usuarios permitirán evitar afectaciones adicionales en parcelas colindantes y conservar la funcionalidad productiva de superficies no incorporadas al Proyecto.

IV.3.4.3 Paisaje, vegetación y componente ecosistémico

En el mediano plazo, la reforestación compensatoria de aproximadamente 24 ha, la revegetación de taludes, la restauración de áreas auxiliares y el manejo de superficies expuestas permitirán reducir el contraste visual generado por cortes, rellenos y superficies desnudas. Aunque la **I-P2 Modificación permanente del paisaje por cortes, taludes y ampliación vial** persistirá como impacto residual, la integración progresiva de cobertura vegetal permitirá mejorar la calidad escénica y disminuir la percepción de una infraestructura rígida o desordenada.

La **I-P1 Alteración temporal del paisaje por frentes de obra** deberá desaparecer al concluir la construcción, siempre que se retiren instalaciones temporales, residuos, acopios y materiales sobrantes, y que se restauren patios, accesos temporales y áreas auxiliares. El seguimiento mediante el PVA permitirá verificar que no permanezcan focos de deterioro visual o residuos abandonados.

La **I-V1 Pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria** permanecerá como impacto residual dentro de la huella del Proyecto; sin embargo, el rescate de flora, manejo de germoplasma, aprovechamiento de material vegetal, restauración y reforestación compensatoria permitirán recuperar parcialmente funciones ecológicas asociadas a protección del suelo, hábitat, cobertura vegetal y conectividad local. La **I-V2** se mantendrá bajo seguimiento mediante registros de rescate, reubicación o manejo de individuos de flora nativa relevante, en caso de encontrarse durante la ejecución.

Para el caso de las sp de fauna, la consolidación de medidas de señalización, control de velocidad, adecuación, funcionamiento y mantenimiento de pasos de fauna, así como el monitoreo de atropellamientos, permitirá reducir la **I-F2 Riesgo de atropellamiento de fauna y fragmentación funcional local**. Aunque el efecto de borde de la vialidad no desaparece por completo, el mantenimiento de alcantarillas funcionales, pasos de fauna y vegetación de guía puede favorecer cruces más seguros y reducir la mortalidad.

Asimismo, la aplicación sostenida de prohibiciones de caza, captura, mascotas, cebos, venenos y hostigamiento, junto con la capacitación del personal de conservación rutinaria, contribuirá a evitar la **I-F3 Molestia, captura o manejo inadecuado de fauna silvestre** durante operación y mantenimiento.

IV.3.4.4 Dimensión social y beneficios funcionales

En el escenario de consolidación, los beneficios sociales y funcionales del Proyecto adquieren mayor relevancia. La mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado (**I-Ben1**) permitirá fortalecer la conectividad entre localidades, mejorar el acceso a servicios, facilitar el traslado escolar, médico, comercial y productivo, y reducir condiciones de aislamiento temporal durante lluvias o deterioro del camino.

La operación de una infraestructura vial en mejores condiciones también permitirá reducir riesgos asociados a tránsito sobre terracería deteriorada, baches, encharcamientos, escurrimientos mal conducidos y restricciones de paso. Esto no elimina la necesidad de mantenimiento, pero sí permite contar con una vía más funcional y segura para la población usuaria.

El impacto benéfico **I-Ben3 Generación de empleo temporal y empleo local para conservación rutinaria** podrá mantenerse mediante actividades de mantenimiento, limpieza de drenajes, conservación de taludes, vigilancia, reforestación, reposición de plantas y acciones de conservación rutinaria. En una región con localidades dispersas y limitaciones de acceso a oportunidades económicas, este beneficio contribuye a fortalecer la participación local y el mantenimiento ambiental de la obra.

IV.3.4.5 Síntesis del Escenario 3

En síntesis, el Escenario 3 representa la condición ambiental más favorable para el mediano plazo, siempre que las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia se mantengan activas y verificables. En este escenario persisten impactos residuales asociados a la huella vial, el sellado del suelo, la modificación puntual del relieve, la modificación permanente del paisaje, la ocupación de superficies agrícolas y el efecto de borde sobre fauna; sin embargo, dichos impactos se mantienen acotados mediante restauración, reforestación, manejo de escurrimientos, estabilización de taludes, pasos de fauna y seguimiento ambiental.

La consolidación del SGA y del PVA permitirá que la infraestructura no se convierta en un factor adicional de deterioro, sino en una obra acompañada por medidas de manejo, mantenimiento y mejora ambiental. Al mismo tiempo, los beneficios en movilidad, funcionalidad hidráulica, seguridad vial y empleo local podrán mantenerse durante la operación del Proyecto.

IV.3.5 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

El Programa de Monitoreo Ambiental forma parte del Sistema de Gestión Ambiental y del Programa de Vigilancia Ambiental del Proyecto. Su objetivo es verificar la efectividad de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación asociadas a los impactos identificados, así como detectar desviaciones, activar acciones correctivas y generar evidencia documental del desempeño ambiental.

IV.3.5.1 Objetivos

Garantizar la efectividad de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales a través de la aplicación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y del Plan de Vigilancia del proyecto.

IV.3.5.1.1 Objetivos específicos

- Verificar la aplicación de medidas ambientales relacionadas con vegetación, suelo, agua superficial, residuos, atmósfera, ruido, fauna, paisaje, seguridad, movilidad local, superficie agrícola e incendios.
- Detectar oportunamente desviaciones respecto de las medidas propuestas.
- Activar acciones correctivas cuando se rebasen umbrales de alerta.
- Documentar la eficacia de los programas de rescate de flora, ahuyentamiento y reubicación de fauna, restauración de suelos y componentes hídricos, reforestación compensatoria y adecuación de pasos de fauna.
- Generar una línea de evidencia que permita evaluar el desempeño ambiental del Proyecto y fortalecer la mejora continua del SGA.
- Integrar información útil para atender inspecciones, verificaciones o requerimientos de la autoridad ambiental.

IV.3.5.2 Selección de variables e indicadores

Las variables de monitoreo se seleccionan en función de los impactos relevantes identificados y los procedimientos establecidos para cada componente ambiental.

Se agrupan en cinco bloques:

- Prevención de la contaminación ambiental: aire, ruido, agua superficial, sedimentos y derrames.

- Protección de flora, fauna silvestre y funcionalidad de pasos de fauna.
- Reforestación, restauración de suelos y estabilización de taludes.
- Restauración de zonas afectadas temporalmente por la construcción.
- Manejo y control de residuos, saneamiento e incendios.
- Seguimiento social, movilidad local, seguridad y superficie agrícola.

IV.3.5.2.1 Protección del medio atmosférico

Relacionados principalmente con los impactos I-A1 (partículas), I-A2 (gases de combustión), I-H1 (ruido y vibración), I-W1 (sedimentos/obstrucción) e I-W3 (modificación puntual de cauces).

CUADRO IV-44 INDICADORES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Emisiones de polvo por movimiento de suelo, tránsito interno y acarreos	Aplicación de riego o humectación; porcentaje de viajes con carga cubierta; presencia de polvo visible	m^3/día; % de viajes; registro cualitativo
Emisiones de combustión por vehículos y maquinaria	Porcentaje de maquinaria y vehículos con mantenimiento vigente; presencia de humo visible	% de unidades; registro de mantenimiento
Ruido y vibraciones en receptores sensibles	Actividades ruidosas dentro de horario; quejas por ruido; mediciones puntuales cuando aplique	% de cumplimiento; número de quejas; dB(A)
Control de sedimentos	Volumen o presencia de sedimentos retirados de cunetas, trampas y obras de drenaje	m^3; número de sitios
Riesgo de contaminación por derrames	Eventos de derrame registrados y atendidos	Número de eventos; tiempo de atención

IV.3.5.2.2 Protección de especies de vida silvestre

Asocia los impactos I-V1, I-V2, I-F1, IF2 e I-F3, y al Programa de Protección de Biodiversidad (rescates, reubicación y pasos de fauna).

CUADRO IV-45INDICADORES DE PROTECCIÓN DE FLORA, FAUNA Y PASOS DE FAUNA

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Rescate de flora nativa	Individuos completos, plántulas, germoplasma o material vegetativo rescatado	Número de individuos / registros
Supervivencia de flora rescatada	Porcentaje de individuos mantenidos o reubicados con éxito	% de supervivencia
Superficie reforestada	Superficie reforestada respecto de la meta programada	ha / % de avance
Supervivencia de reforestación	Porcentaje de plantas vivas respecto de las plantadas	% de supervivencia
Ahuyentamiento y rescate de fauna	Frentes liberados antes del desmonte; individuos rescatados o reubicados	% de frentes; número de individuos

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Atropellamiento de fauna	Eventos registrados por tramo	Número de eventos / tramo
Funcionalidad de pasos de fauna	Pasos libres de obstrucción; registros de uso cuando aplique	Número de pasos; registros directos o indirectos

IV.3.5.2.3 Reforestación y protección de suelos

Enfocado a los impactos I-V1, I-S1, I-S2, S3, S4 e I-Ag1.

CUADRO IV-46INDICADORES DE REFORESTACIÓN, RESTAURACIÓN DE SUELOS Y ESTABILIZACIÓN

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Recuperación de suelo fértil	Suelo superficial recuperado, acopiado y reutilizado	m^3 / número de acopios
Estabilización de taludes	Taludes con arrope, revegetación, protección o control de erosión	Número de taludes / m^2
Erosión en superficies expuestas	Presencia de surcos, cárcavas, desprendimientos o arrastre	Número de sitios / registro cualitativo
Descompactación de áreas temporales	Áreas temporales descompactadas o restauradas al cierre de uso	ha / m^2
Control de escurrimientos	Cunetas, lavaderos, disipadores y obras de drenaje funcionales	Número de obras / condición

IV.3.5.2.4 Restauración en zonas afectadas por la construcción

Vinculado a los procedimientos de cierre de frentes, limpieza y restauración del paisaje (I-S1, I-S5, I-P1, e IP2).

CUADRO IV-47INDICADORES DE RESTAURACIÓN DE ZONAS AFECTADAS TEMPORALMENTE

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Restauración de patios, accesos temporales y acopios	Superficie restaurada respecto de superficies de uso temporal	ha / % de avance
Limpieza de frentes de obra	Frentes sin residuos visibles ni materiales dispersos	Número de frentes / registro cualitativo
Retiro de instalaciones temporales	Sitios liberados al cierre de actividades	Número de sitios
Restauración paisajística	Taludes, bordes o superficies revegetadas	m^2 / ha

IV.3.5.2.5 Manejo y control de residuos sólidos y riesgos sanitarios

Asocia impactos I-Soc 1, I-Soc2, I-P1, I-R1, I-R2 y I-W1.

CUADRO IV-48 INDICADORES DE MANEJO DE RESIDUOS, SANEAMIENTO E INCENDIOS

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Residuos de construcción, excavación y mantenimiento	Volumen generado, reutilizado, retirado o dispuesto	m^3 / t
Residuos sólidos urbanos y sanitarios	Contenedores disponibles; frecuencia de retiro; sanitarios funcionales	Número de contenedores; registros de servicio
Presencia de residuos fuera de contenedores	Puntos con residuos dispersos	Número de puntos
Fauna nociva o vectores	Evidencia de roedores, insectos o fauna oportunista asociada a residuos	Presencia / ausencia
Prevención de incendios	Eventos de fuego, fogatas, quema o conatos	Número de eventos
Equipo contra incendio	Extintores disponibles y vigentes en sitios requeridos	Número / % funcional

IV.3.5.2.6 Manejo y control de impactos sociales

Asocia impactos I-Ag 1 e I-Soc2

CUADRO IV-49INDICADORES SOCIALES, DE MOVILIDAD, SEGURIDAD Y SUPERFICIE AGRÍCOLA

Variable	Indicador principal	Unidad / referencia
Movilidad local durante construcción	Eventos de restricción de paso, cierres parciales o quejas por movilidad	Número de eventos / quejas
Seguridad de población y trabajadores	Condiciones de riesgo detectadas y atendidas	Número de hallazgos / acciones correctivas
Superficie agrícola afectada	Superficie ocupada, restaurada o con incidencias	ha / número de sitios
Atención a propietarios o usuarios	Quejas, acuerdos o reportes atendidos	Número de registros
Empleo local	Personal local contratado para obra o conservación rutinaria	Número de personas / % local

IV.3.5.3 Procedimientos y técnicas de observación, análisis y almacenamiento

IV.3.5.3.1 Técnicas de observación y registro

La verificación de la efectividad de las medidas se realizará mediante una combinación de observación directa en campo, recorridos de supervisión, listas de verificación específicas para cada componente, bitácoras, registros fotográficos georreferenciados y revisión documental.

Las técnicas principales serán:

- Observación directa en frentes de obra, patios, acopios, accesos temporales, obras de drenaje, taludes, áreas restauradas y pasos de fauna.
- Bitácoras de riegos, movimiento de tierras, despalme, acopios, manejo de suelo fértil, retiro de residuos, mantenimiento de maquinaria y atención de quejas.
- Registro fotográfico georreferenciado con identificación de tramo, punto, fecha, responsable y descripción del hallazgo.
- Listas de verificación para aire, ruido, suelo, hidrología, residuos, vegetación, fauna, paisaje, seguridad e incendios.
- Registros específicos de rescate de flora, germoplasma, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
- Reportes posteriores a lluvias para verificar erosión, sedimentos, obstrucción de drenajes, socavación o daños en taludes.
- Mediciones puntuales de ruido, partículas o calidad de agua cuando existan quejas, incidentes o condiciones que lo justifiquen.

IV.3.5.3.2 Selección de puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo se seleccionarán con base en los sitios críticos identificados en la valoración de impactos y en el Programa de Vigilancia Ambiental. Se considerarán, entre otros:

- Frentes con mayor movimiento de tierras.
- Taludes, cortes y rellenos expuestos.
- Cruces hidráulicos, cañadas, arroyos y escurrimientos menores.
- Obras de drenaje, cunetas, lavaderos y descargas.
- Áreas con vegetación nativa o secundaria.
- Sitios de rescate y reubicación de flora y fauna.
- Zonas de reforestación compensatoria.
- Pasos de fauna y obras de drenaje adaptadas.
- Tramos cercanos a viviendas, escuelas, caminos locales o zonas de tránsito comunitario.
- Patios de maniobra, acopios, accesos temporales y áreas auxiliares.
- Superficies agrícolas colindantes o incorporadas al Proyecto.

Cuando sea necesario comparar condiciones antes y después de la intervención, se utilizarán puntos fijos con coordenadas, fotografías de referencia y registros periódicos. En variables que no requieran medición instrumental, el seguimiento se realizará mediante listas de verificación, evidencia fotográfica y bitácoras.

IV.3.5.3.3 Diseño estadístico y selección de puntos de muestreo

- Los puntos de muestreo se seleccionarán sobre la base de los **sitios críticos** identificados en el Capítulo V y en el PVA: frentes de mayor movimiento de tierras,

descargas a cauces intermitentes, taludes inestables, pasos de fauna y localidades sensibles.

- Para cada variable se contará con una **línea base** (mediciones previas o tempranas a la obra) y series de datos durante la construcción y operación inicial.
- Se aplicará un **diseño comparativo** (antes–después y, cuando sea posible, con sitios de control) y se utilizarán análisis estadísticos tipo ANOVA para evaluar cambios significativos respecto a la línea base y a los valores de referencia internos.

IV.3.5.3.4 Almacenamiento y análisis de datos

Toda la información generada por el monitoreo ambiental deberá almacenarse en formatos físicos y digitales, con respaldo periódico. La base documental incluirá bitácoras, reportes, fotografías georreferenciadas, croquis, listas de asistencia, fichas de rescate, registros de mantenimiento, comprobantes de retiro de residuos, reportes de incidentes, acciones correctivas y reportes de seguimiento.

La información deberá organizarse por tramo, componente ambiental, fecha, impacto relacionado, responsable y tipo de evidencia. El análisis se basará principalmente en la comparación de resultados contra los indicadores, metas y umbrales de alerta definidos en el PVA. Cuando se cuente con series de datos suficientes, podrán elaborarse tendencias, gráficas de seguimiento y comparaciones antes-después.

Los resultados del monitoreo serán utilizados para evaluar la eficacia de las medidas, detectar reincidencias, cerrar acciones correctivas y alimentar el proceso de mejora continua del SGA.

IV.3.5.3.5 Calendario de muestreo

En congruencia con los cuadros de indicadores de medidas de mitigación, se propone la siguiente periodicidad general (ajustable en el PVA detallado):

CUADRO IV-50CALENDARIO DE MUESTREO – PROGRAMAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

Variable	Periodicidad de muestreo
Emisiones de polvo y control de riegos	Registro diario por frente de obra; consolidación semanal
Emisiones de gases de combustión	Revisión semanal de verificaciones y mantenimiento
Ruido y vibración	Verificación diaria de horarios; mediciones quincenales en receptores
Calidad de agua y sedimentos en drenajes	Inspección quincenal en lluvias; mensual el resto del año

CUADRO IV-51CALENDARIO – PROTECCIÓN DE ESPECIES DE VIDA SILVESTRE

Variable	Periodicidad
Supervivencia de flora rescatada y plantaciones	Trimestral durante los primeros 2 años; anual posteriormente
Funcionamiento de pasos de fauna y estructuras de protección	Al menos dos campañas de monitoreo al año durante los primeros 5 años (cámaras trampa y recorridos)
Atropellamiento de fauna	Registro semanal por tramo y consolidación mensual

CUADRO IV-52CALENDARIO – REFORESTACIÓN Y PROTECCIÓN DE SUELOS

Variable	Periodicidad
Cobertura vegetal y avance de reforestación	Evaluación semestral de cobertura y densidad
Erosión y estabilidad de taludes	Inspección posterior a cada lluvia intensa y revisión mensual en temporada de lluvias
Descompactación e infiltración	Campañas anuales de medición en puntos representativos

CUADRO IV-53CALENDARIO – RESTAURACIÓN DE ZONAS AFECTADAS

Variable	Periodicidad
Restauración de frentes de obra y patios	Verificación al cierre de cada frente y auditoría semestral
Limpieza de cauces y drenajes	Semanal en época de lluvias; mensual el resto del año

CUADRO IV-54CALENDARIO – MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Variable	Periodicidad
Presencia/ausencia de residuos en obra	Inspección semanal durante toda la construcción
Volumen de residuos recolectados	Registro semanal y consolidación mensual
Presencia de plagas y riesgos sanitarios	Inspección mensual y cuando se presenten quejas

I.1 RESPONSABLES, COSTOS, ACCIONES CORRECTIVAS Y CONTROL DE CALIDAD

I.1.1 RESPONSABLES DEL MUESTREO Y REPORTE

De acuerdo con el Capítulo VI, los responsables son:

- **Supervisor(a) Ambiental del promovente (SA):** coordina el Programa de Monitoreo, planifica las campañas, revisa QA/QC y elabora los reportes a la autoridad.
- **Contratistas y cuadrillas de obra:** ejecutan riegos, orden y limpieza, apoyan en la toma de datos y mantienen bitácoras operativas.
- **Especialistas (fauna, flora, hidrología, calidad de agua):** realizan monitoreos específicos, interpretan resultados y recomiendan ajustes.

Los resultados se presentarán en **formatos Word y Excel**, con anexos fotográficos y cartográficos.

IV.3.5.4 Costos aproximados

Los costos del Programa de Monitoreo se integrarán en el presupuesto del proyecto dentro del rubro de **supervisión ambiental y operación del SGA**, se incluyen: en el Programa de Vigilancia Ambiental (que se encuentran en el anexo de la MIA-R)

IV.3.5.4.1 Procedimientos de acción ante rebase de umbrales

Cuando un indicador supere el valor de referencia o umbral de alerta, se seguirá el siguiente protocolo:

Detección y aviso inmediato por parte del SA, con registro en bitácora y notificación al Residente de obra.

Acción correctiva en sitio, según el tipo de impacto:

- Polvo: riegos adicionales, cobertura de acopios, reducción de velocidad, reprogramación de frentes.
- Ruido: instalación de barreras, cambio de horarios, mantenimiento o sustitución de equipos.
- Sedimentos/obstrucción: retiro de sólidos, reconstrucción de barreras, reconformación de taludes.
- Residuos: limpieza inmediata, refuerzo de contenedores, capacitación puntual.
- Fauna: pausa controlada, rescate/reubicación por personal acreditado, reforzamiento de señalética y control de velocidad.

Re-muestreo de verificación en un plazo máximo de 72 horas, para confirmar el retorno a condiciones aceptables.

Prevención sistemática: ajuste de procedimientos, capacitación focalizada y, cuando corresponda, auditoría interna o externa.

Activación de planes de contingencia (incendios, derrames, crecientes súbitas) y reporte a la autoridad ambiental cuando así lo requiera la normatividad.

IV.3.5.4.2 Procedimientos para el control de calidad y programa de vigilancia ambiental

El control de calidad del Programa de Monitoreo se realizará mediante:

- Revisión periódica de **calibración y mantenimiento** de los equipos de medición.
- Verificación de integridad y consistencia de las bases de datos.
- **Auditorías ambientales** internas y externas al SGA, cuyos resultados alimentarán la etapa de revisión y mejora continua.

El Programa de Vigilancia Ambiental, articulado con el SGA, integra todos los procedimientos anteriores y asegura que la protección ambiental del proyecto se mantenga en el tiempo, reduciendo los impactos desde intensidades altas/muy altas

hasta niveles bajos o moderados, y dejando sólo impactos residuales compatibles con la capacidad de carga de la RE.

IV.4 CONCLUSIÓN DEL CAPITULO

Con base en el diagnóstico ambiental de la RE, el AI y el AP, así como en la identificación, valoración y análisis de los impactos ambientales asociados al Proyecto, se concluye que la modernización del camino **E.C. (Juxtlahuaca–San Martín Peras)–Coicoyán de las Flores–Límites Edos. Oax./Gro.**, con una meta de **9.380 km más ramal de 0.911 km**, se inserta en un territorio serrano previamente intervenido, con presencia de caminos existentes, agricultura de temporal, asentamientos rurales dispersos, vegetación nativa y secundaria, escurrimientos intermitentes, laderas y zonas susceptibles a erosión.

La evaluación permitió identificar **27 impactos ambientales y socioambientales**, de los cuales **24 corresponden a impactos adversos** y **3 a impactos benéficos**. Los impactos adversos se concentran principalmente en los componentes de vegetación, suelo, agua superficial, fauna, paisaje, superficie agrícola, movilidad local, seguridad, atmósfera, residuos e incendios. Por su parte, los impactos benéficos se asocian con la mejora de movilidad y reducción de tiempos de traslado, la mejora en la funcionalidad hidráulica del camino por obras de drenaje, y la generación de empleo temporal y local para actividades de construcción y conservación rutinaria.

Los impactos de mayor relevancia ambiental se relacionan con la pérdida de cobertura vegetal nativa y secundaria, la afectación potencial a flora nativa con valor ecológico o en categoría de riesgo, la pérdida de suelo fértil, la erosión y arrastre de suelo, la modificación puntual del relieve, el sellado del suelo, el aporte de sedimentos hacia escurrimientos y obras de drenaje, la modificación permanente del paisaje, la ocupación de superficies agrícolas y el riesgo de atropellamiento o afectación a fauna silvestre. Estos impactos se presentan principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, aunque algunos permanecerán durante la operación por su carácter residual.

La valoración realizada mediante la metodología de Bojórquez-Tapia modificada permitió diferenciar entre la intensidad inicial de los impactos y su significancia residual, considerando la eficacia esperada de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación. En este sentido, la aplicación de medidas específicas reduce la significancia residual de diversos impactos que, sin manejo ambiental, podrían alcanzar mayores niveles de afectación. Esto resulta particularmente relevante para los impactos asociados a erosión, arrastre de sedimentos, fauna, vegetación, suelo y escurrimientos.

El Proyecto contempla una estrategia ambiental integral conformada por el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, que incluye rescate de individuos completos y germoplasma; el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**; el **Programa de Restauración de Suelos y Componentes Hídricos**; la **reforestación compensatoria de aproximadamente 24 ha**; la adecuación de pasos de fauna; medidas de control de sedimentos, estabilización de taludes, manejo de escurrimientos,

prevención de derrames, control de residuos, prevención de incendios y el **Programa de Vigilancia Ambiental**. Estas acciones permiten atender los impactos desde un enfoque preventivo, correctivo, restaurativo y compensatorio.

Los impactos residuales principales se mantendrán asociados a la huella permanente del Proyecto, especialmente por la pérdida de cobertura vegetal dentro del AP, el sellado del suelo en la franja pavimentada, la modificación puntual del relieve, la modificación permanente del paisaje y la ocupación de superficies agrícolas. No obstante, estos impactos se consideran manejables en la medida en que se apliquen de manera efectiva las medidas propuestas y se mantenga el seguimiento ambiental durante la construcción, operación y mantenimiento.

El análisis prospectivo permitió comparar tres escenarios: el escenario de referencia sin Proyecto, el escenario con Proyecto sin medidas de mitigación y el escenario con Proyecto, medidas ambientales y consolidación del Sistema de Gestión Ambiental. De dicha comparación se desprende que la no ejecución del Proyecto mantendría las limitaciones actuales de movilidad, transitabilidad, funcionalidad hidráulica y acceso a servicios, mientras que su ejecución sin medidas incrementaría de manera significativa los riesgos ambientales y sociales. En contraste, el escenario con medidas de mitigación, compensación y vigilancia representa la trayectoria ambiental más favorable, al permitir que los impactos sean prevenidos, controlados, restaurados o compensados, y que los beneficios sociales y funcionales se consoliden.

El **Sistema de Gestión Ambiental** y el **Programa de Vigilancia Ambiental** constituyen los instrumentos operativos para asegurar la trazabilidad, documentación, supervisión y mejora continua de las medidas propuestas. La definición de responsables, equipos de trabajo, indicadores, umbrales de alerta, evidencias, acciones correctivas y cartas de corresponsabilidad permitirá reducir vacíos de responsabilidad operativa y fortalecer el cumplimiento ambiental del Proyecto.

En conclusión, el Proyecto generará impactos ambientales adversos que deberán ser atendidos con rigor técnico, particularmente en vegetación, suelo, agua superficial, fauna, paisaje y superficie agrícola. Sin embargo, bajo la aplicación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y vigilancia ambiental propuestas, dichos impactos podrán mantenerse acotados principalmente al AP y sectores inmediatos del AI. Al mismo tiempo, la modernización del camino permitirá mejorar la movilidad territorial, reducir tiempos de traslado, fortalecer la funcionalidad hidráulica, mejorar condiciones de seguridad vial y favorecer oportunidades de empleo local y conservación rutinaria, contribuyendo a una mejor integración social y funcional de las localidades beneficiadas.

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.

Anexo fotográfico Fauna Silvestre.













Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: Endémica

Abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Amenazada

Endemismo: Endémica

Lagartija espinosa de grieta (*Sceloporus mucronatus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: Endémica

Lagartija esmeralda (*Sceloporus scitulus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Lagartija espinosa sureña de hendiduras (*Sceloporus aureolus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: No Endémica

Tortolita pico rojo (*Columbina passerina*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: No Endémica

Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: No Endémica

Colibrí orejas blancas (*Basilinna leucotis*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: No Endémica

Zopilote aura (*Cathartes aura*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010:
Sujeta a Protección especial

Endemismo: No Endémica

Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



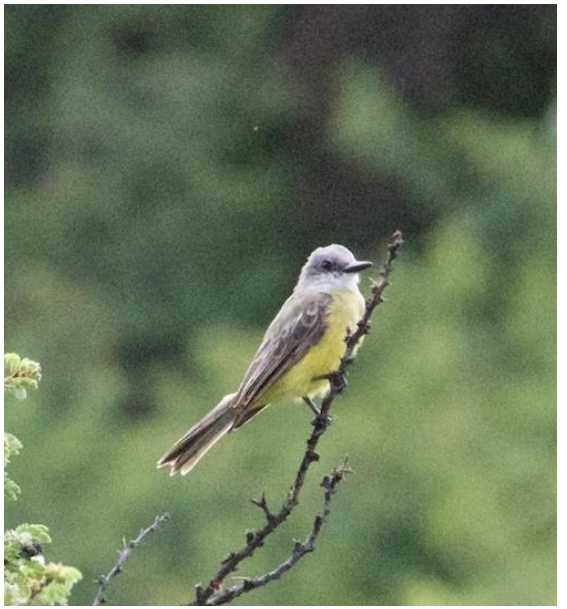
Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría

Endemismo: No Endémica

Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Tirano pirirí (*Tyrannus melancholicus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

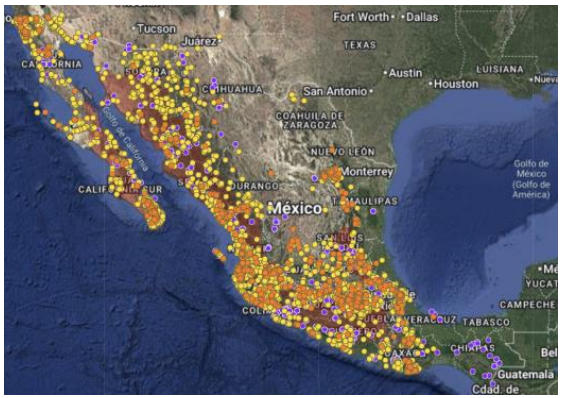
Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Mosquero del Pacífico (*Empidonax difficilis*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Vireo reyezuelo (*Vireo huttoni*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Vireo gorjeador occidental (*Vireo gilvus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

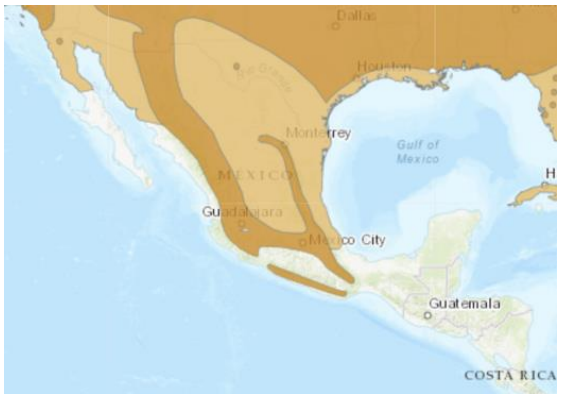
Mulato azul (*Melanotis caerulescens*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Mirlo primavera (*Turdus migratorius*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

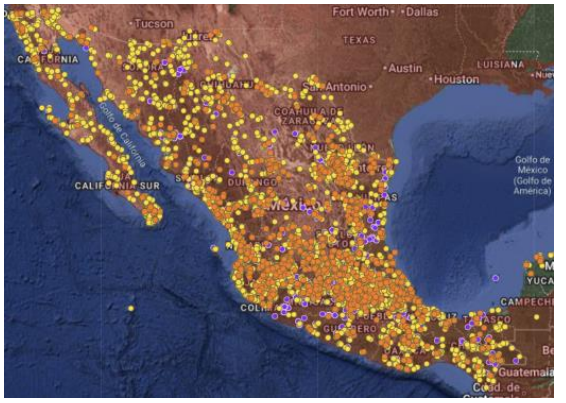
Jilguero dominico (*Spinus psaltria*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Gorrión de Lincoln (*Melospiza lincolnii*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

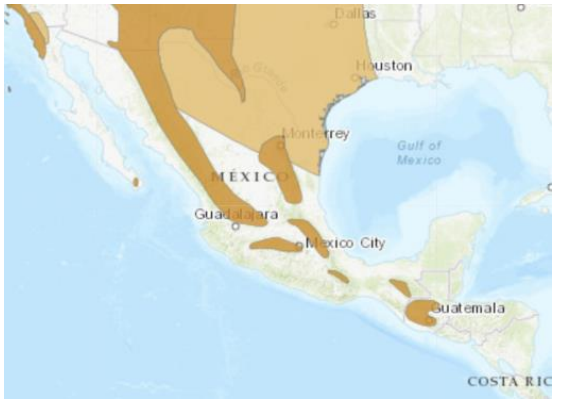
Zacatonero corona café (*Aimophila ruficeps*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Rascador moteado (*Pipilo maculatus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Gorrión ceja blancas (*Spizella passerina*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Chipe cejas blancas (*Oreothlypis superciliosa*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Chipe cabeza gris (*Leiothlypis ruficapilla*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Chipe de Townsend (*Setophaga townsendi*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Chipe rabadilla amarilla (*Setophaga coronata*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Chipe corona negra (*Cardellina pusilla*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Pavito alas negras (*Myioborus miniatus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

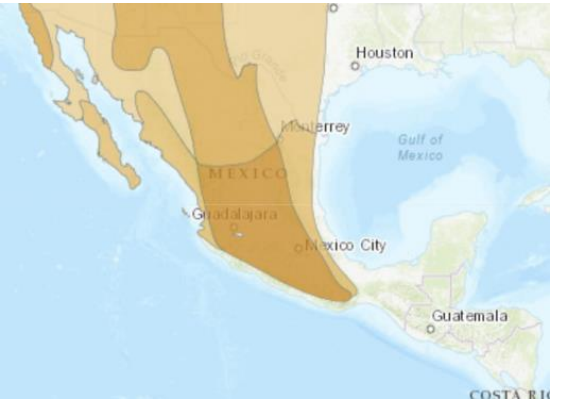
Colorín azul (*Passerina cyanea*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

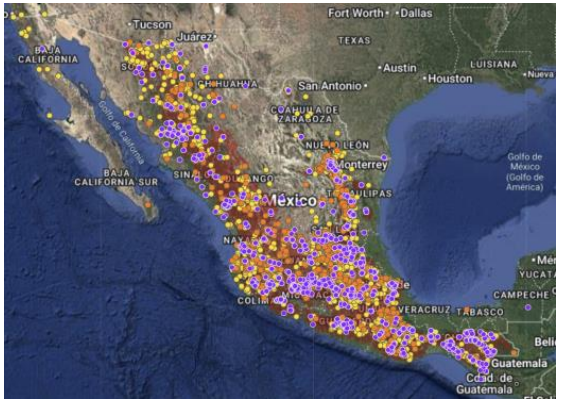
Picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Piranga encinera (*Piranga flava*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Piranga capucha roja (*Piranga ludoviciana*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Ratón piñonero (*Peromyscus gratus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: No Endémica

Ratón azteca (*Peromyscus aztecus*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.





Mapa de distribución



Nom-059-SEMARNAT-2010: Sin Categoría

Endemismo: Endémica

Conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*)

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.

Metodología registro de herpetofauna







Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.

Metodología registro de avifauna





Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.

Metodología registro de mastofauna









Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.

Anexo fotográfico Flora Silvestre.









Bosque pino-encino

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Quercus castanea



Pinus douglasiana
Endémica



Tillandsia utriculata



Arbutus xalapensis



Clethra mexicana



Chaetogastra tortuosa

Endémica

Bosque mesófilo

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Oreopanax xalapensis



Rumfordia floribunda



Disocactus speciosus



Sambucus mexicana



Bernardia aff. Oblanceolata



Miconia glaberrima



Myrcia splendens

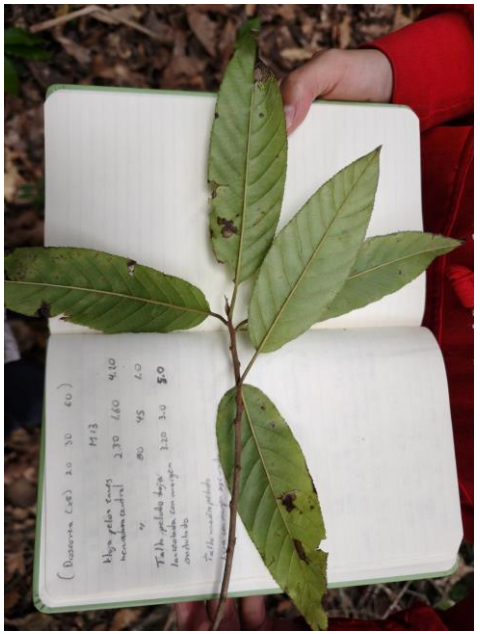


Bouvardia ternifolia

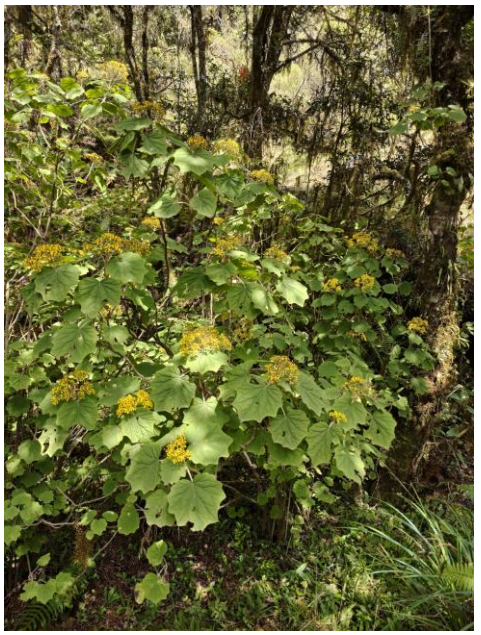
Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Abies religiosa



Aphananthe monoica



Roldana sartorii



Solanum nigricans



Pinus lawsonii
Endémica



Piper hispidum
Endémica



Prosthechea aff. ghiesbreghtiana
Endémica

Vegetación de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Alloispermum integrifolium



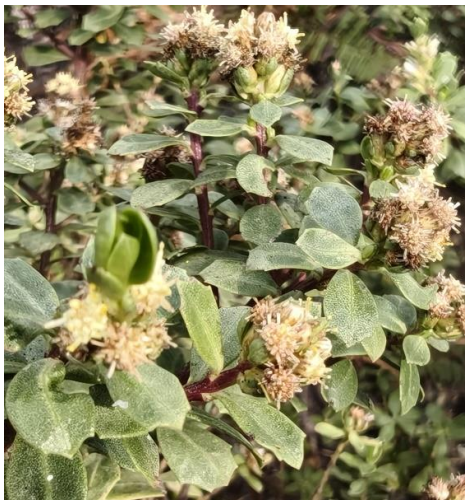
Adiantum poiretii



Phlebodium aureum



Crusea coccinea var. coccinea



Baccharis conferta



Solanum chrysotrichum



Elaphoglossum pringlei
Endémica



Annona cherimola
Exótica

Vegetación de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Gaultheria erecta



Senna sp.



Quercus elliptica



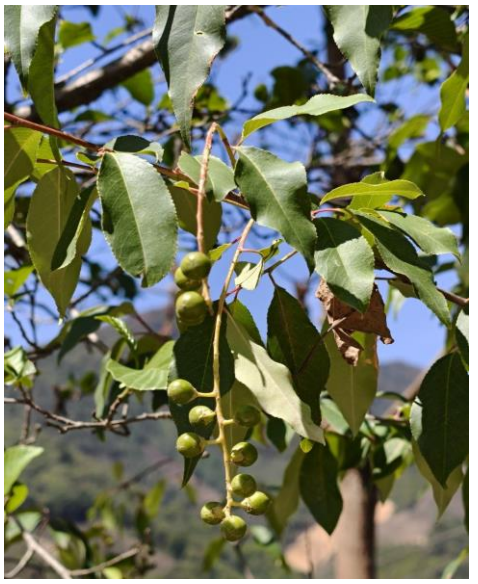
Salvia lanvanduloides



Adiantum andicola



Ternstroemia lineata



Prunus serotina

Vegetación secundaria de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Ostrya virginiana



Amaranthus aff. Hypochondriacus



Cupressus benthamii var. benthamii



Carpinus caroliniana



Dryopteris wallichiana



Alnus acuminata

Vegetación secundaria de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Fraxinus uhdei



Ageratina mairetiana



Quercus scytophylla



Salvia sp.



Wigandia manso



Erigeron karvinskianus



Salix paradoxa
Endémica

Vegetación secundaria de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Persea americana



Miconia globulifera
Endémica



Prunos persica
Exótica



Solanum mitlense Endémica



Xylosma flexuosa



Buddleja cordata subsp. cordata

Vegetación secundaria de encinar

Camino: E.C. (Juxtlahuaca – San Martín Peras) – Coicoyán de las Flores – Límites Edos. Oax/Gro. con una meta de 9.380 km más ramal de 0.911 km ubicado en el estado de Oaxaca.



Rubus adenotrichus



Citharexylum affine

"ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y PROYECTO DE INGENIERÍA DEL CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO. CON UNA META DE 10.0 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA."

FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

INDICE

INTRODUCCIÓN 3

OBJETIVO 3

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 4

LOCALIZACIÓN 4

METODOLOGÍA 4

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO Y NUMERO DE CURVA 4
CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS 7
CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION 8
MÉTODO DE KIRPICH 8
CALCULO DE LOS GASTOS MAXIMOS DE DISEÑO. 8
MÉTODO RACIONAL: 8
MÉTODO DE VEN TE CHOW. 8
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR. 8

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE 9

INTRODUCCIÓN

En los proyectos de caminos es frecuente que el trazo de la vialidad intercepte los escurrimientos naturales presentes en el terreno. Por esta razón, resulta necesario prever obras de drenaje que permitan el paso del agua a través del cuerpo del camino sin comprometer su estabilidad ni su funcionamiento. Estas obras, comúnmente alcantarillas, se diseñan a partir del análisis de las cuencas que aportan escurrimientos hacia el eje del camino, así como de los flujos temporales que se generan durante eventos de lluvia. El dimensionamiento de dichas estructuras se realiza mediante estudios hidrológicos e hidráulicos, con el propósito de conducir adecuadamente el agua y evitar afectaciones a la infraestructura vial.

Para el desarrollo del presente estudio se identificaron diversas cuencas de aportación con apoyo de la cartografía del INEGI. Con la información obtenida se procedió a realizar los cálculos hidrológicos empleando distintos métodos de estimación de gasto máximo, entre los que se encuentran el Método Racional Americano, Hidrograma Unitario Triangular y el Método de Ven Te Chow. Asimismo, se determinó la pendiente media de las cuencas mediante el método de Tylor & Schwartz. A partir de la aplicación de estos procedimientos fue posible estimar las avenidas máximas de diseño y definir las áreas hidráulicas necesarias para el drenaje de las cuencas identificadas. Con base en estos resultados se establecieron las dimensiones de las obras de drenaje requeridas, además de considerar obras complementarias de alivio para facilitar el desalojo del agua proveniente de las cunetas.

OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo llevar a cabo la evaluación del drenaje menor correspondiente al proyecto denominado “ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y PROYECTO DE INGENIERÍA DEL CAMINO: E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO. CON UNA META DE 10.0 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA”, con una longitud aproximada de 10.0 km. Para ello se realizó el análisis hidrológico de la zona de estudio, a partir del cual se determinan las condiciones de escurrimiento y se emiten las recomendaciones necesarias para asegurar el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje.

Las obras de drenaje constituyen un elemento fundamental para el correcto desempeño hidráulico de la carretera, ya que permiten el desalojo y conducción de los escurrimientos superficiales que se presentan en el área, contribuyendo así a preservar la integridad y estabilidad de la estructura del camino.

En aquellos casos donde sea necesario reemplazar alguna obra de drenaje existente, la sustitución deberá realizarse conforme a los proyectos tipo correspondientes. Dicha intervención únicamente se considerará cuando la obra presente condiciones que limiten su funcionamiento, tales como azolvamiento total o significativo, insuficiencia en el área hidráulica requerida, incumplimiento del diámetro mínimo establecido o deterioro físico que comprometa su operación adecuada.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN

El estudio se desarrolla en la carretera E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX. /GRO en el tramo del km 00+000 a km 10+000.00.

Croquis de localización

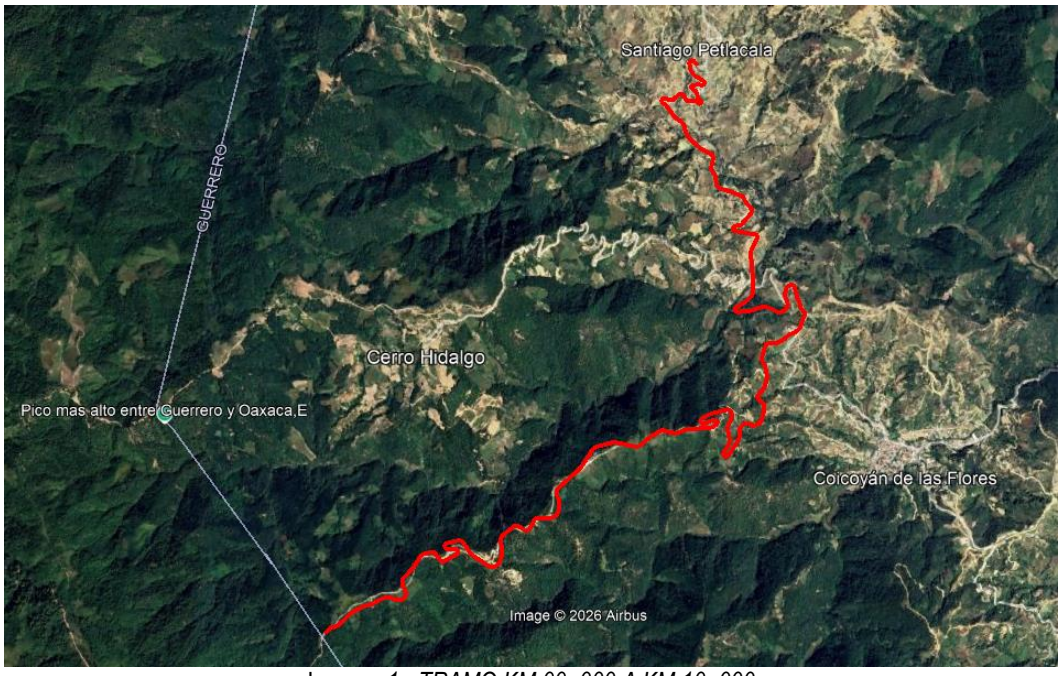


Imagen 1.- TRAMO KM 00+000 A KM 10+000

METODOLOGÍA

Para la revisión hidrológica de las obras de drenaje existente se aplicaron los siguientes procedimientos y métodos
La delimitación preliminar del área de las cuencas se determina en cartas topográficas del INEGI con escala 1:50,000
Se trazó el eje de la carretera de la zona en estudio.
Se identificaron todos los cauces, las zonas bajas, las canalizaciones y los almacenamientos de agua existentes, que tuvieron influencia en la zona de cruce.
Con ayuda de los modelos de elevación proporcionados en la página del INEGI relieve continental se realizó el trazo de los parteaguas identificados para cada una de las obras de drenaje proyectadas
Se hizo usa de software GIS el cual permite realizar aproximaciones más completas de las zonas de influencias en cada una de las cuencas, las cuales delimitan canales puntos bajos y cuerpos de agua si estos existieran y que aportaran un caudal apreciable a las obras de drenaje menor

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO Y NUMERO DE CURVA

Para la determinación del coeficiente de escurrimiento y del número de curva correspondientes a cada cuenca, se anexan tablas que contienen los valores del coeficiente “C” y del Número de Curva (CN). Estos parámetros se emplean en la aplicación del Método Racional Americano, así como en el método del Hidrograma Unitario Triangular y el método de Ven Te Chow, los cuales se utilizan para el análisis hidrológico y la estimación de los gastos de escurrimiento.

b) Para cuencas rurales se utiliza la Tabla 14 de este Manual, que considera las características de la cuenca. El coeficiente representativo de las zonas identificadas se determina utilizando la siguiente expresión:

$$C_i = C_r + C_I + C_v + C_s$$

Donde:

C_i = Coeficiente de escurrimiento para la zona identificada, (adimensional)

C_r = Coeficiente de escurrimiento en función del relieve, (adimensional)

C_I = Coeficiente de escurrimiento en función de la infiltración, (adimensional)

C_v = Coeficiente de escurrimiento en función de la cobertura vegetal, (adimensional)

C_s = Coeficiente de escurrimiento en función del almacenamiento, (adimensional)

TABLA 14.- Coeficientes de escurrimiento (C), para cuencas rurales

Característica del suelo	Tipo	Rango	Coeficiente de escurrimiento C
Relieve C_r	Bajo	Terreno relativamente plano con pendientes medias de 0-5 %	0,08 - 0,14
	Normal	Terrenos con laderas con pendiente media de 5-10 %	0,14 - 0,20
	Alto	Terreno montañoso con pendientes medias entre 10-30 %	0,20 - 0,28
	Extremo	Terreno accidentado con pendiente medias superiores a 30 %	0,28 - 0,35
Cobertura Vegetal C_v	Bajo	Nula o dispersa	0,12 - 0,16
	Normal	Deficiente a regular; cultivos limpios, cobertura natural pobre menor del 20 % del área de la cuenca	0,08 - 0,12
	Alto	De regular a buena; 50 % de cobertura a base de bosques o pastizales y no más del 50 % de cobertura en pastizales	0,06 - 0,08
	Extremo	De buena a excelente; aproximadamente 90 % del área de la cuenca cubierta con pastizales, bosques	0,04 - 0,06
Infiltración C_I	Bajo	Suelo o roca sin cobertura, impermeable	0,12 - 0,16
	Normal	Suelo con poca capacidad de infiltración, arcillas o limos	0,08 - 0,12
	Alto	Con infiltración media, suelos arenosos	0,06 - 0,08
	Extremo	Suelos con alta infiltración, suelos arenosos profundos	0,04 - 0,06
Almacenamientos C_s	Bajo	Mínimo; depresiones con poca profundidad, con vías de desagüe pequeñas, sin pantanos	0,10 - 0,12
	Normal	Notable; definidos con pequeños desagües, sin estanques y pantanos	0,08 - 0,10
	Alto	Cuantioso; lagos, estanques y pantanos	0,06 - 0,08
	Extremo	Abundante; sistema de drenaje no definido claramente, con llanuras de inundación, estanques y pantanos	0,04 - 0,06

COMUNICACIONES

TABLA 15.- Selección del número de curva (*N*)

Tipo de cobertura		Número de curva *N* para el tipo de suelo			
		A	B	C	D
Áreas urbanas completamente desarrolladas [1] (vegetación establecida)					
Jardines, espacios abiertos, parques, campos de golf, cementerios, entre otros					
1. Condición buena; cobertura de pasto del 75 % o más del área		39	61	74	80
2. Condición media; cobertura de pasto del 50 al 75 % del área		49	69	79	84
3. Condición pobre; cobertura de pasto de menos del 50 % del área		68	79	86	89
4. Lotes de estacionamiento pavimentado, techos, calzadas, entre otros		98	98	98	98
Calles y Carreteras					
1. Pavimentadas con bordos y alcantarillas pluviales		98	98	98	98
2. Terracerías compactadas		76	85	89	91
3. Terracerías no compactadas		72	82	87	89
4. Pavimentadas con zanjas abiertas		83	89	92	93
—	**% promedio impermeable [2]**	—			
1. Áreas comerciales y de oficinas	85	89	92	94	96
2. Distritos industriales	72	81	88	91	93
3. Casas y lotes residenciales con 0,05 ha o menos	65	77	85	90	92
Lotes residenciales (tamaño promedio)					
1. 0,100 ha	38	61	75	83	87
2. 0,135 ha	30	57	72	81	86
3. 0,200 ha	25	54	70	80	85
4. 0,400 ha	20	51	68	79	84
5. 0,800 ha	12	46	65	77	82
Áreas urbanas en zonas desérticas					
1. Zona desértica natural		63	77	85	88
2. Zona desértica artificial (barrera de hierba impenetrable, arbustos del desierto con 25-50 mm, mantos de arena o grava y fronteras de cuenca)		96	96	96	96
3. Áreas urbanas en desarrollo [3] (sin vegetación establecida)		77	86	91	94
Áreas no urbanas					
Tipo de cobertura	**Condición hidrológica [4]**	**Número de curva *N* para el tipo de suelo**			
		A	B	C	D
Tierra agrícola cultivada: barbecho					
1. Línea recta o solo suelo		77	86	91	94
2. Cultivo de conservación	Pobre	76	85	90	93
	Buena	74	83	88	90
3. Cultivos en hileras — Fila recta	Pobre	72	81	88	91
	Buena	67	78	85	89
3. Cultivos en hileras — Cultivo de conservación	Pobre	71	80	87	90
	Buena	64	75	82	85
3. Cultivos en hileras — Contorneada	Pobre	70	79	84	88
	Buena	65	75	82	86
3. Cultivos en hileras — Contorneada y labranza	Pobre	69	78	83	87
	Buena	64	74	81	85
3. Cultivos en hileras — Contorneada y terracería	Pobre	66	74	80	82
	Buena	62	71	78	81
3. Cultivos en hileras — Contorneada, terracería y labranza	Pobre	65	73	79	81
	Buena	61	70	77	80

[1] Para usos de tierra con áreas impermeables, el número de curva se calculará ponderado con el 100 % de impermeable de las

COMUNICACIONES

TABLA 15.- Selección del número de curva (*N*) (Continuación)

Tipo de cobertura		Condición hidrológica [4]	Número de curva *N* para el tipo de suelo			
			A	B	C	A
4. Granos pequeños	Fila recta	Pobre	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Cultivo de conservación	Pobre	64	75	83	86
		Buena	60	72	80	84
	Contorneada	Pobre	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Contorneada y labranza	Pobre	62	73	81	84
		Buena	60	72	80	83
	Contorneada y terracería	Pobre	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
	Contorneada, terracería y labranza	Pobre	60	71	78	81
		Buena	58	69	77	80
5. Primer sembrado o emisión de legumbres o praderas de rotación [5]	Fila recta	Pobre	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Contorneada	Pobre	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Contorneada y terracería	Pobre	63	73	80	83
		Buena	57	67	76	80
Tierra agrícola no cultivada						
1. Pastizales o praderas	Sin tratamientos mecánicos [6]	Pobre	68	79	86	89
		Media	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Contorneada	Pobre	47	67	81	88
		Media	25	59	75	83
		Buena	6	35	70	79
2. Condición buena; cobertura de pasto del 75 % o más del área			30	58	71	78
3. Tierras forestales - pasto o huertos - perennes o caducifolia		Pobre	55	73	82	86
		Media	44	65	76	82
		Buena	32	58	72	79
4. Arbustos - malezas - mezcla de hierba con arbustos como elemento principal [7]		Pobre	48	67	77	83
		Media	35	56	70	77
		Buena	30 [8]	48	65	73
5. Bosques		Pobre	45	66	77	83
		Media	36	60	73	79
		Buena	30 [8]	55	70	77
6. Bosques - Combinación de hierbas (huertos o plantación de árboles) [9]		Pobre	57	73	82	86
		Media	43	65	76	82
		Buena	32	58	72	79
7. Granja			59	74	82	86

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

La precipitación se caracteriza por la variación de la intensidad de lluvia dentro de una cuenca en función de la duración de las tormentas que la generan y de los diferentes periodos de retorno (Tr). La intensidad de lluvia (I), generalmente expresada en milímetros por hora (mm/h), se define como la relación entre la altura de precipitación registrada (P) y el tiempo de duración (t) en que ocurre dicha precipitación. La variación de estas intensidades se representa gráficamente mediante las curvas Intensidad–Duración–Periodo de Retorno (I-d-Tr), las cuales se obtienen a partir del análisis de la información hidrológica disponible.

Para la obtención de estas curvas, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Servicios Técnicos, ha publicado las Isoyetas de Intensidad–Duración–Frecuencia de la República Mexicana, las cuales fueron elaboradas con base en registros obtenidos en estaciones pluviográficas, así como en datos de precipitación medidos en estaciones pluviométricas. A partir de estos registros se analizaron las distribuciones temporales de la lluvia y se representaron en mapas geográficos para cada estado del país, considerando distintas duraciones de tormenta y diferentes periodos de retorno.

Para el presente estudio se emplearon las isoyetas I-d-Tr correspondientes al estado de Oaxaca. Con base en dicha información, el procedimiento para estimar la intensidad de lluvia es el siguiente:

• Se localiza la cuenca en los mapas geográficos correspondientes y, mediante la interpolación entre las isoyetas, se estima la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y para el periodo de retorno (Tr) considerado.

CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION

MÉTODO DE KIRPICH

Tc= 0.0662 (L^0.77 / S ^0.385)
Donde:
Tc = Tiempo de concentración (h)
L = Longitud del cauce principal (m)
S = Pendiente media del cauce principal
Tc= 0.0662 (L^0.77 / S ^0.385)

CALCULO DE LOS GASTOS MAXIMOS DE DISEÑO.

MÉTODO RACIONAL:

Q = 0.278 * C * I * A

Donde:

Q = Gasto máximo.
C = Coeficiente de escurrimiento
I = Intensidad de lluvia horaria.
A = Área de la cuenca en km2

MÉTODO DE VEN TE CHOW.

Se calculó la altura de precipitación (P) correspondiente a la intensidad de lluvia multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transformó a centímetros.
Con el número de escurrimiento (η) y la altura de precipitación (P), se determinó la precipitación con la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{I \times d}{(Pb - (508 / N) + 5.08)^2}$$

$$(Pb + (2032 / N) - 20.32)$$

$$X = Pe / d$$

$$Z = f(tp)$$

El gasto producido por la precipitación con la duración de la tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q = 2{,}78AXZ$$

Dónde:

Q	=	Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m³/s)
A	=	Área de la cuenca, (km2)
X	=	Factor de escurrimiento, (cm/h)
Z	=	Factor de reducción del pico, adimensional

Se repitió el procedimiento indicado anteriormente, para otras duraciones de tormenta con el periodo de retorno (Tr) establecido y se seleccionó como gasto máximo (QTr) para ese periodo de retorno, el gasto que resultó mayor.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR.

Por definición un hidrograma unitario es aquel hidrograma de escurrimiento directo que se produce por un milímetro de lluvia efectiva que cae uniformemente en la cuenca, en un determinado tiempo (duración efectiva). Los hidrogramas unitarios se basan en las siguientes hipótesis:
Tiempo base constante. Para una cuenca la duración del escurrimiento directo es la misma para todas las tormentas con la misma duración, independientemente del volumen precipitado.

Linealidad o proporcionalidad. Los hidrogramas con el mismo tiempo base son directamente proporcionales a la lluvia efectiva que se precipita sobre la cuenca.
Superposición de causas y efectos. El hidrograma resultante para un periodo de lluvia corresponde a la suma de los hidrogramas correspondientes a diferentes intervalos de lluvia.
Los hidrogramas unitarios tradicionales no consideran la variación de la intensidad de la lluvia, para lo cual se recomienda el Hidrograma Unitario Triangular (HUT), el cual es aplicable a hietogramas con la misma duración en exceso. La expresión para determinar el gasto pico del Hidrograma Unitario Triangular es la siguiente:

$$q_p = \frac{0.208 A_T}{t_p}$$

Donde:
qp, es el gasto pico, en m³/s/mm
AT, es el área de la cuenca, en km2
tp, es el tiempo pico, en h

Los valores de tiempo pico se estiman con la formula siguiente.

Donde:
Tp = Tiempo pico (hrs)
Tc = Tiempo de Concentración (hrs)

Con la ecuación anterior se calculan las características del hidrograma unitario triangular. Se recomienda su uso en cuencas pequeñas (área menor a 250 km2)

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE

1. En el km 0+175.28 se propone una alcantarilla tipo tubo caja de 1.2 m. en el sitio existe una alcantarilla tipo tubo de 0.90 m. con un área de captación de 0.004 km2, una longitud del cauce de 94 m. y una pendiente del 9.33 %, esta obra de drenaje será capaz de drenar un gasto “Q” de diseño de 2.61 m3/s con un tirante de 90 cm.
2. En el km 0+398.78 se propone una alcantarilla tipo tubo caja de 1.2 m. en el sitio existe una alcantarilla tipo losa de 0.90 x 0.60 m. con un área de captación de 0.006 km2, una longitud del cauce de 100.89 m. y una pendiente del 17.92 %, esta obra de drenaje será capaz de drenar un gasto “Q” de diseño de 2.61 m3/s con un tirante de 90 cm.
3. En el km 0+688.90 se propone una alcantarilla losa de 5.50 x 3.00 m. en el sitio existe una alcantarilla tipo losa de 5.40 x 2.07 m. con un área de captación de 1.03 km2, una longitud del cauce de 2334.30 m. y una pendiente del 19.01 %, esta obra de drenaje será capaz de drenar un gasto “Q” de diseño de 251.40 m3/s con un tirante de 240 cm.
4. En el km 1+193.35 se propone mantener el puente existente de 9.70 x 3.30 m. en el sitio. con un área de captación de 7.9772 km2, una longitud del cauce de 4042.86 m. y una pendiente del 12.05 %, esta obra de drenaje será capaz de drenar un gasto “Q” de diseño de172.46 m3/s con un tirante de 150 cm.
5. En el km 1+287.49 propone una alcantarilla tipo tubo de 1.2 m. en el sitio existe una alcantarilla tipo tubo de 0.90 m. con un área de captación de 0.095 km2, una longitud del cauce de 440.70 m. y una pendiente del 31.50 %, esta obra de drenaje será capaz de drenar un gasto “Q” de diseño de 5.55 m3/s con un tirante de 90 cm.

Así mismo se proponen obras complementarias como cunetas, bordillo y lavaderos según corresponda.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

[redacted] RA DE DRENAJE MENOR

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	0+398.78
ESVIAJE:	NORMAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

PO		LEC +	ALT APAR	LECT (-) BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
0+400		2.654	2134.7092			2,132.06
		3.89	2,137.60	PL	1.00	2,133.71
-6.49	A.H.				4.65	2,132.95
-5.91	A.H.				5.74	2,131.86
-5.10	A.H.	0.573	2,132.34		5.83	2,131.77
-4.66	A.H.				0.38	2,131.96
-3.63	A.H.				0.29	2,132.05
0.00	CL				0.28	2,132.06
0.46	A.H.				0.23	2,132.12
1.85	A.H.				0.19	2,132.15
2.47	A.H.				0.33	2,132.01
2.82	A.H.				1.54	2,130.81
6.70	A.H.				2.13	2,130.21
9.93	A.H.	1.565	2,131.17		2.73	2,129.61
10.90	A.H.				1.39	2,129.78
12.57	A.H.				1.57	2,129.60
15.87	A.H.				2.66	2,128.51

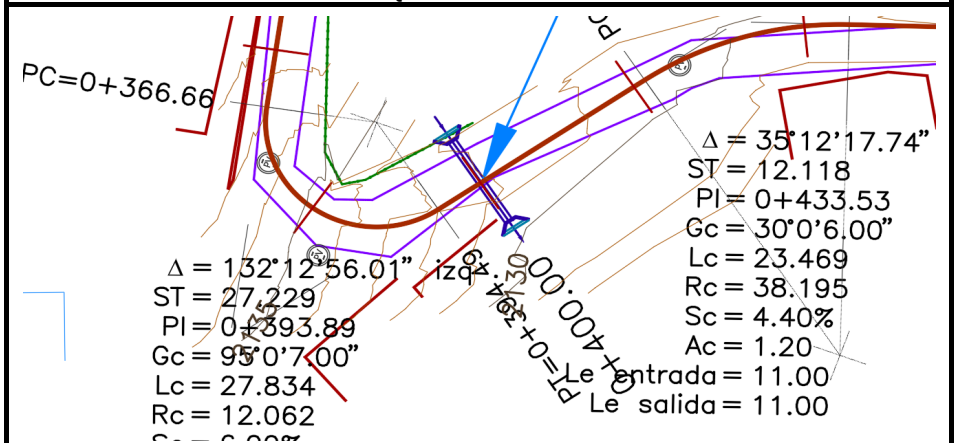
ENTRADA SALIDA

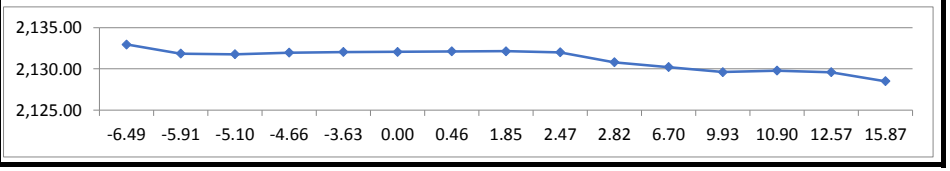
OBRA EXISTENTE: SIN OBRA EXISTENTE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	0.55	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	17.20%	
DRENA HACIA LA :	DER	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 2 REUBICADA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

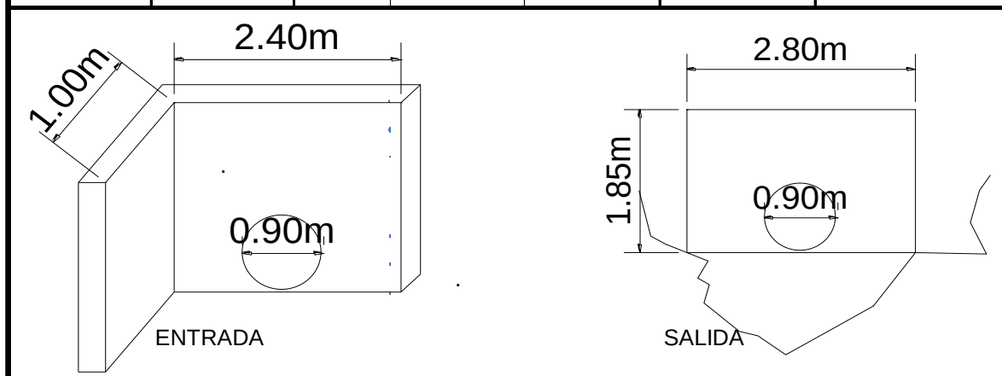
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
0+180		4.58	2159.836			2,155.26
		4.46	2,163.65	PL	0.65	2,159.19
-9.91	A.H.	0.56	2,159.90		4.31	2,159.34
-7.94	A.H.				1.41	2,158.49
-2.77	A.H.				3.22	2,156.68
0.00	CL				3.49	2,156.41
1.35	A.H.	0.357	2,156.22		4.04	2,155.68
2.62	A.H.				2.48	2,153.74
3.64	A.H.				2.73	2,153.49
3.68	A.H.				1.35	2,154.87
3.89	A.H.				1.32	2,154.90
4.03	A.H.				1.90	2,154.32
7.04	A.H.				2.01	2,154.21
9.79	A.H.				1.70	2,154.52
10.25	A.H.	0.266	2,152.17		4.32	2,151.02
14.18	A.H.				1.15	2,150.00
18.90	A.H.				2.17	2,147.89



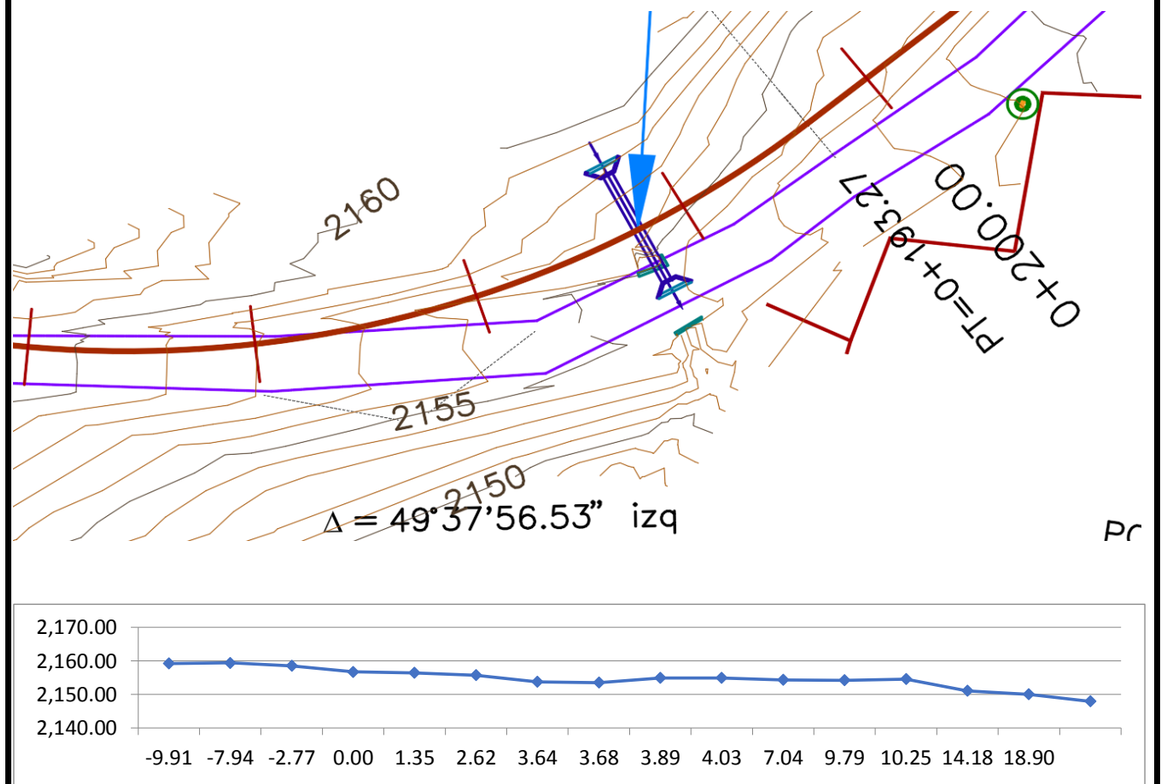
OBRA EXISTENTE: TUBO

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	0+175.28
ESVIAJE:	RADIAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	0.38	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	9.93%	
DRENA HACIA LA :	DER	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 1

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 2 **DE** 6

[redacted]

CADENAMIENTO DE LA OBRA: 0+280.36
ESVIAJE: ESVIAJE
EQUIPO DE MEDICION: NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO: FAVORABLE

		LEC +	ALT APAR	LECT (-) BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
PO 0+280		2.654	2146.206			2,143.55
		3.89	2,149.10	PL	1.00	2,145.21
-9.73	A.H.				0.15	2,148.95
-5.08	A.H.				2.10	2,147.00
-2.46	A.H.	0.573	2,145.49		4.18	2,144.92
0.00	CL				2.29	2,143.20
0.61	A.H.				2.82	2,142.67
1.03	A.H.				2.84	2,142.65
1.20	A.H.				2.23	2,143.26
8.10	A.H.				2.86	2,142.63
15.01	A.H.				3.59	2,141.90
15.45	A.H.	1.565	2,142.88		4.18	2,141.31
19.09	A.H.				1.80	2,141.08
28.03	A.H.				2.43	2,140.44
33.23	A.H.				2.68	2,140.20



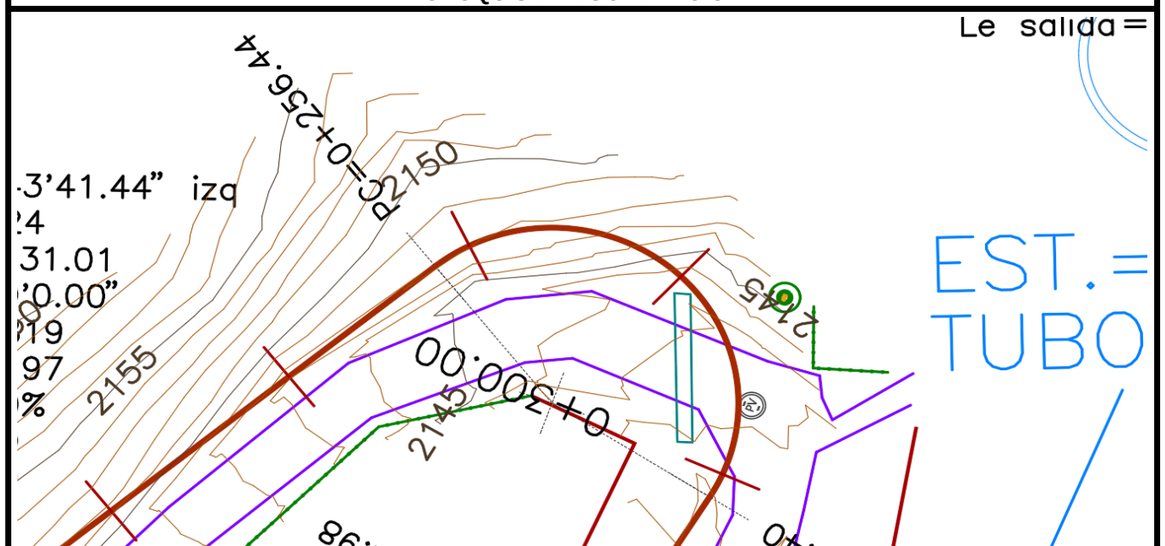
ENTRADA SALIDA

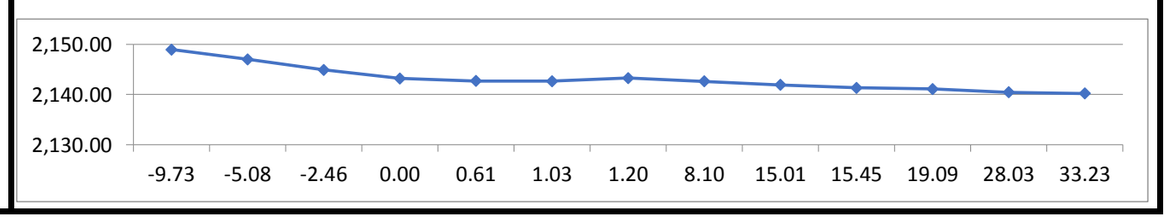
OBRA EXISTENTE: LOSA

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	0.55	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	17.20%	
DRENA HACIA LA :	DER	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

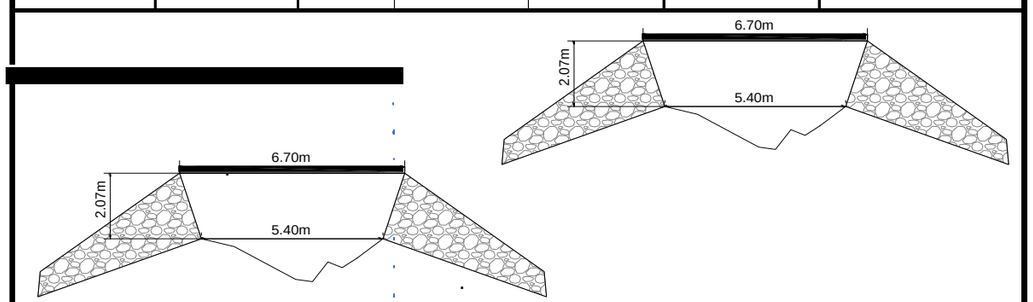
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

BRA DE DRENAJE MENOR

[redacted]

PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
0+680		0.357	2112.64			2,112.28
		0.455	2,108.97	PL	4.13	2,108.52
-38.40	A.H.				2.80	2,106.17
-26.18	A.H.				4.05	2,104.92
-18.47	A.H.				3.50	2,105.47
-7.13	A.H.				1.71	2,107.26
-0.63	A.H.	4.855	2,112.86		0.97	2,108.00
0.00	CL				0.72	2,112.14
2.48	A.H.				0.74	2,112.12
5.03	A.H.				0.59	2,112.27
5.43	A.H.				4.09	2,108.76
12.53	A.H.				2.87	2,109.99
19.34	A.H.				2.30	2,110.56
28.51	A.H.				1.14	2,111.72

[redacted]



ENTRADA SALIDA

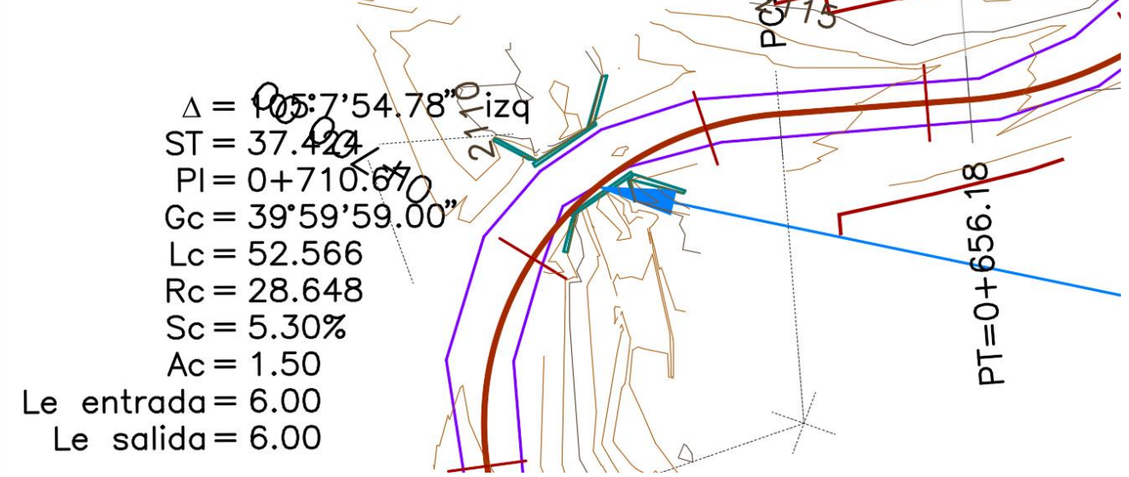
OBRA EXISTENTE: LOSA

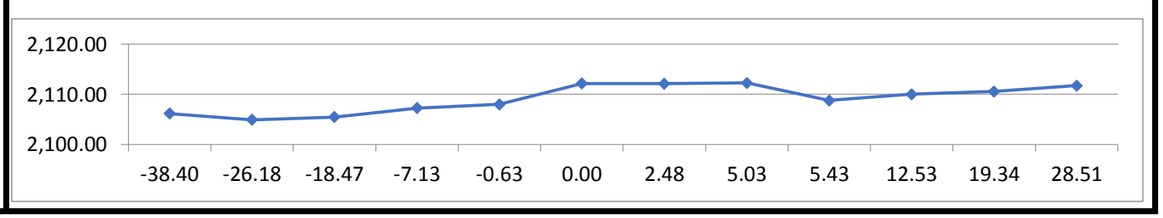
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	0+688.90
ESVIAJE:	NORMAIL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	103.10	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	19.01%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

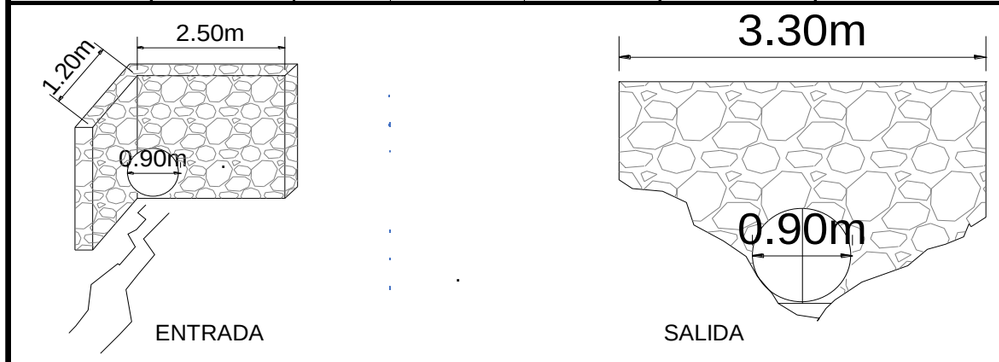
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 6 DE 6

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
1+280		1.852	2075.557			2,073.71
		2.65	2,074.64	PL	3.57	2,071.99
-11.55	A.H.				5.20	2,069.44
-9.30	A.H.				4.94	2,069.70
-4.77	A.H.				3.81	2,070.83
-1.57	A.H.				3.81	2,070.83
-0.82	A.H.				0.85	2,073.79
0.00	CL				0.86	2,073.78
3.45	A.H.	2.124	2,075.84		0.92	2,073.72
6.05	A.H.				1.96	2,073.88
6.73	A.H.				3.37	2,072.47
14.82	A.H.				2.48	2,073.36
16.00	A.H.				2.30	2,073.55



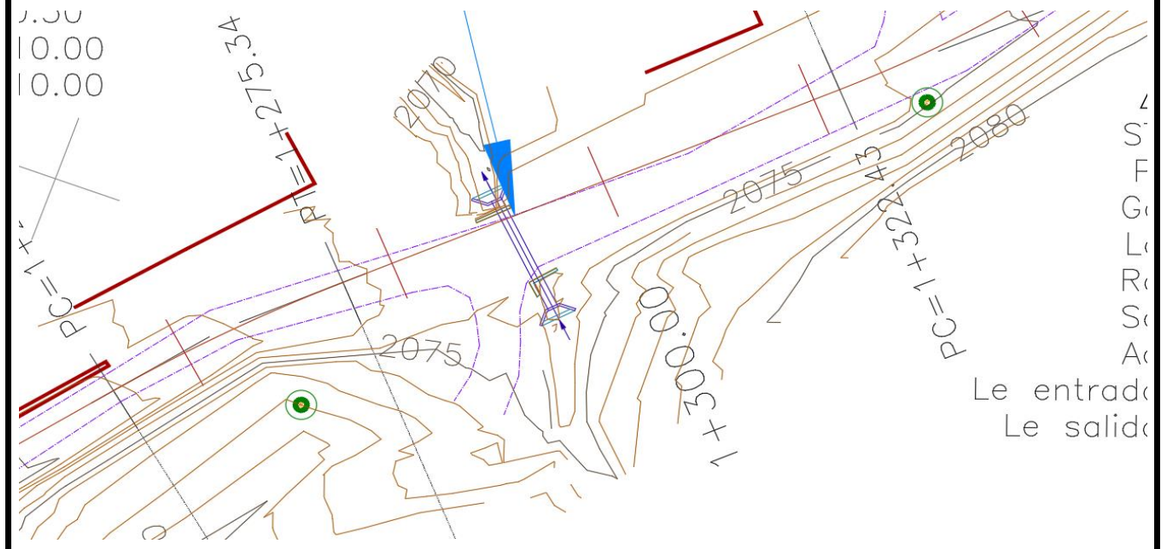
OBRA EXISTENTE: TUBO

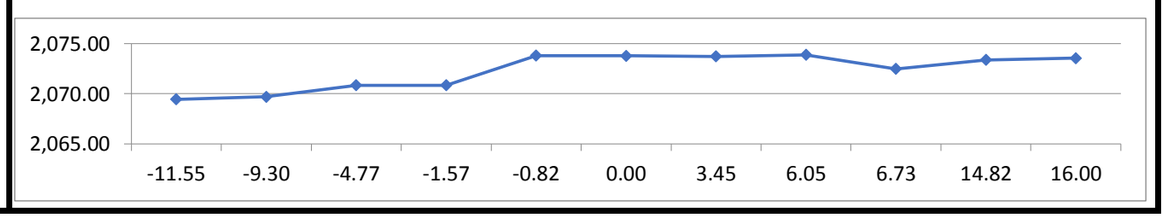
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	1+287.49
ESVIAJE:	15°17' IZQ.
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	9.45	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	31.50%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 4

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

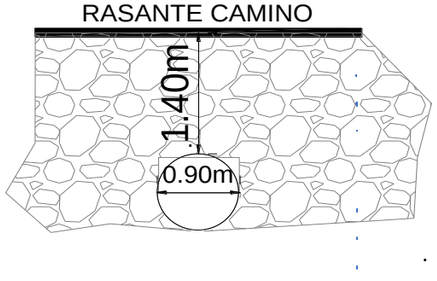
REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 1 DE 10

[redacted]

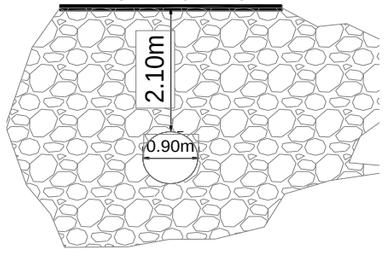
				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
1+560		0.365	2072.34			2,071.98
		0.5	2,068.17	PL	4.67	2,067.67
		0.455	2,063.78		4.85	2,063.32
-28.14	A.H.				3.78	2,060.00
-18.88	A.H.	4.522	2,066.30		2.00	2,061.78
		3.654	2,069.06	PL	0.90	2,065.40
-18.00	A.H.				5.86	2,063.20
-12.58	A.H.				2.26	2,066.80
-6.78	A.H.				2.26	2,066.80
-1.26	A.H.				0.85	2,068.21
-0.05	A.H.	4.753	2,073.61		0.20	2,068.86
0.00	CL				1.63	2,071.98
2.75	A.H.				1.67	2,071.94
3.62	A.H.				3.61	2,070.00
3.81	A.H.				3.67	2,069.94
4.68	A.H.				2.29	2,071.32
10.38	A.H.	4.605	2,076.30		1.92	2,071.69
11.75	A.H.				4.38	2,071.91
15.56	A.H.				3.76	2,072.53
22.09	A.H.				3.09	2,073.21
29.49	A.H.				0.76	2,075.53

RASANTE CAMINO



ENTRADA

RASANTE CAMINO



SALIDA

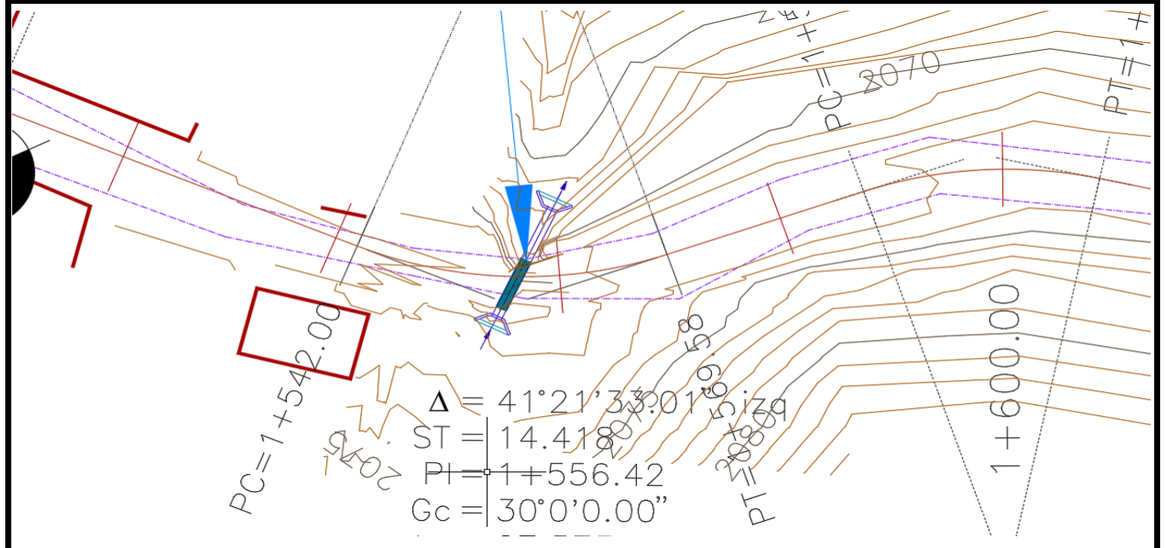
OBRA EXISTENTE: TUBO BAJO BALASTRO

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	1+553.92
ESVIAJE:	24° 40′ 12″ DER
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	4.93	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	28.24%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

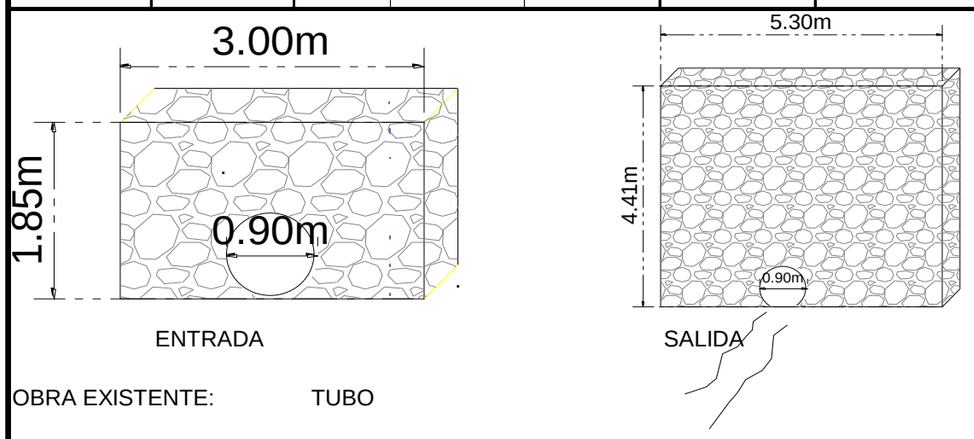
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 2 DE 10

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
1+680		0.32	2072.694			2,072.37
		0.266	2,068.21	PL	4.76	2,067.94
		0.654	2,067.32	PL	1.54	2,066.67
-36.55	A.H.				4.59	2,062.73
-29.18	A.H.				2.58	2,064.74
-20.65	A.H.				2.58	2,064.74
-17.45					1.85	2,065.47
-13.11	A.H.	4.688	2,071.13		0.88	2,066.44
-5.16	A.H.				3.68	2,067.45
-1.17	A.H.	4.87	2,073.66		2.34	2,068.79
-0.37	A.H.				0.51	2,073.15
0.00	CL				0.48	2,073.18
0.56	A.H.				0.44	2,073.22
2.04	A.H.				0.51	2,073.15
4.57	A.H.				0.67	2,072.99
4.66	A.H.				2.32	2,071.34
7.84	A.H.	4.88	2,077.32		1.22	2,072.44
13.00	A.H.					2,072.67
14.90	A.H.				3.20	2,074.12
23.85	A.H.	4.57	2,081.64		0.25	2,077.07
33.29	A.H.				0.90	2,080.74



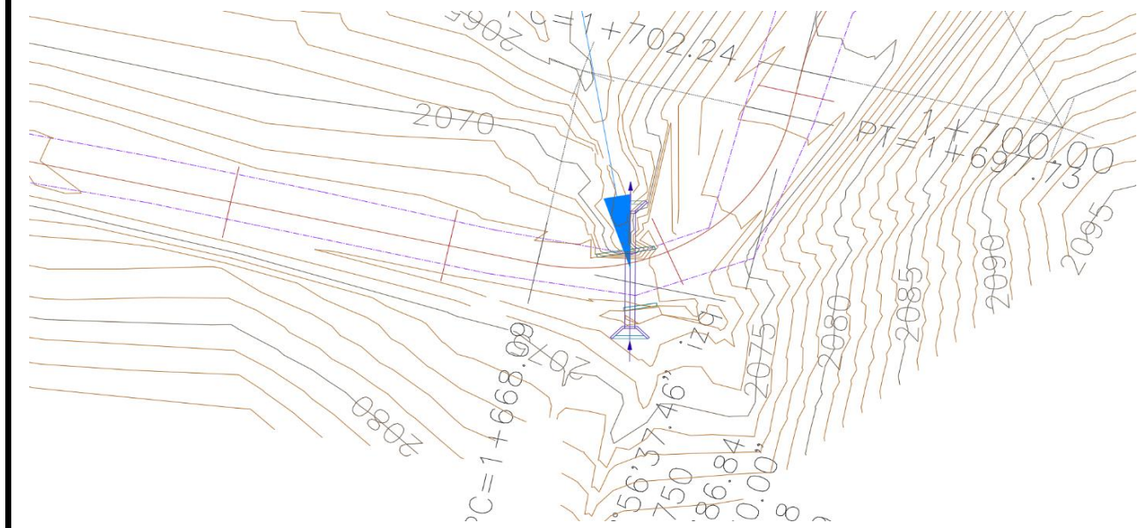
OBRA EXISTENTE: TUBO

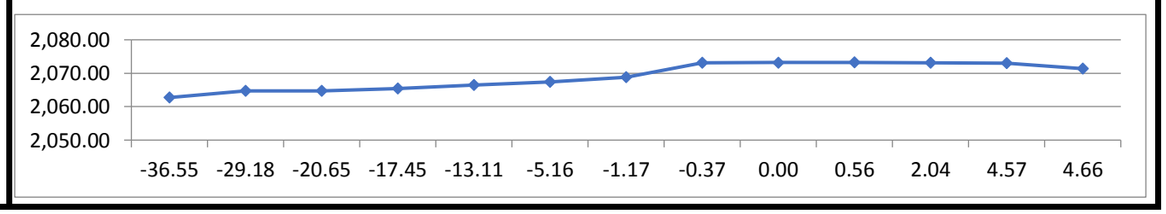
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	1+674.59
ESVIAJE:	RADIAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	3.37	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	33.71%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 6

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

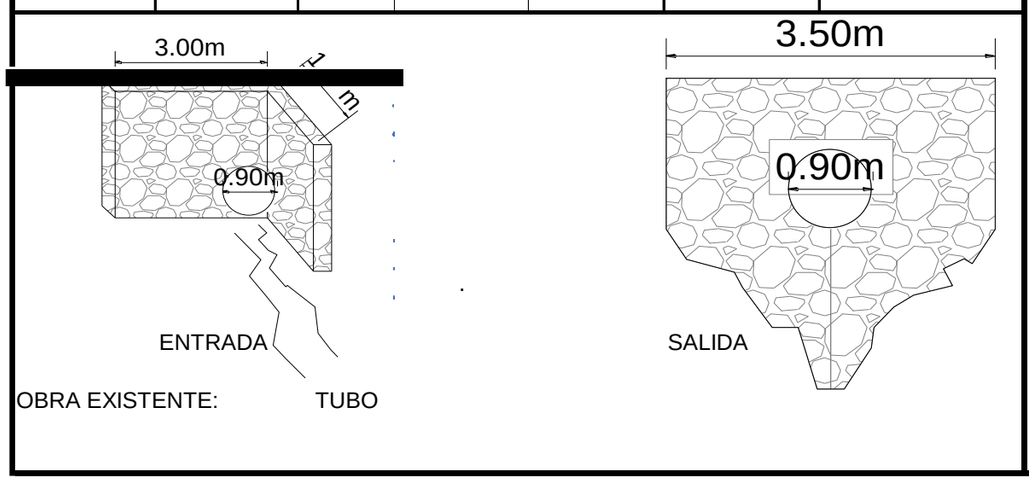
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 3 DE 10

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+120		0.305	2062.4005			2,062.10
		0.475	2,059.31	PL	3.57	2,058.83
-14.80	A.H.				4.87	2,054.44
-8.76	A.H.				1.60	2,057.71
0.00	CL	4.654	2,063.49		0.47	2,058.84
11.66	A.H.	4.45	2,065.69		2.25	2,061.24
19.74	A.H.	4.357	2,068.39		1.66	2,064.03
23.74	A.H.				1.34	2,067.05
30.81	A.H.	4.558	2,072.00		0.95	2,067.44
30.97	A.H.				1.17	2,070.83
37.31	A.H.				1.00	2,071.00
37.49	A.H.				2.44	2,069.56
38.08	A.H.	4.562	2,074.20		2.36	2,069.64
39.78	A.H.				0.99	2,073.21
45.07	A.H.	2.654	2,076.67		0.18	2,074.02
49.14	A.H.				1.88	2,074.79



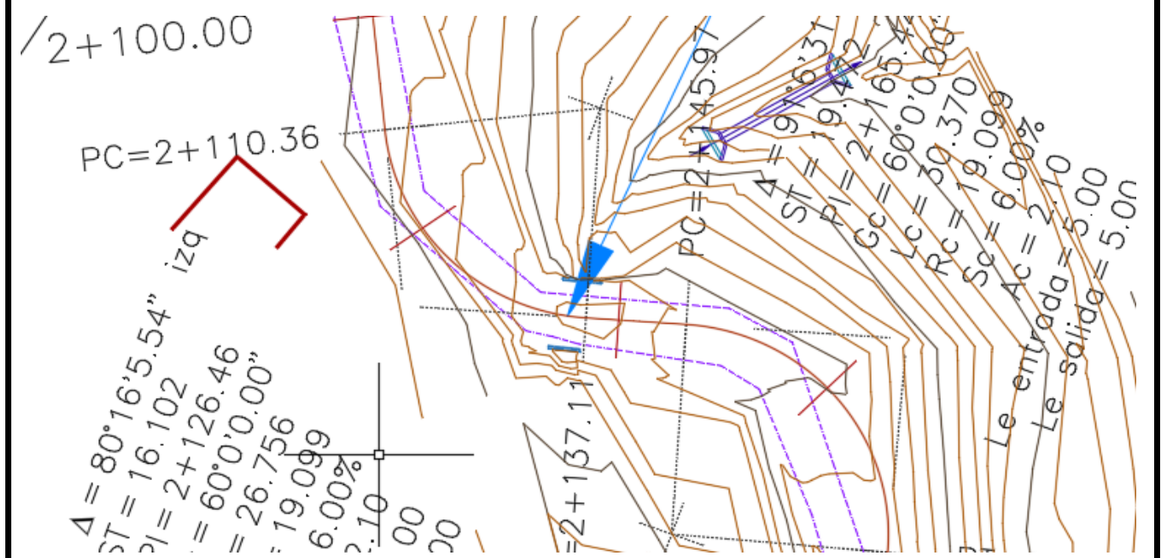
OBRA EXISTENTE: TUBO

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+133.83
ESVIAJE:	7° 25′ 48″ DER
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	1.51	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	13.22	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

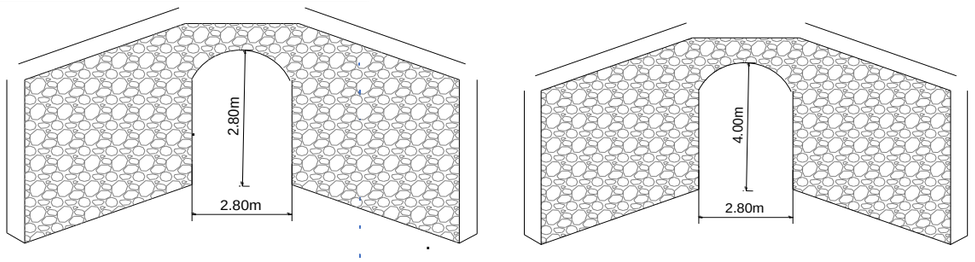
Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

[redacted] **RA DE DRENAJE MENOR** **HOJA No. 4 DE 10**

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+220		0.654	2059.717			2,059.06
		0.354	2,055.21		4.87	2,054.85
		0.105	2,052.07		3.24	2,051.97
-40.28	A.H.				1.68	2,050.39
-27.89	A.H.	3.654	2,055.20		0.52	2,051.55
-17.00	A.H.				3.05	2,052.16
-15.12	A.H.				2.94	2,052.26
8.59	A.H.	4.877	2,058.01		2.07	2,053.13
-6.38	A.H.	1.201	2,059.20		0.01	2,058.00
-5.05	A.H.				0.18	2,059.02
-3.23	A.H.				0.11	2,059.09
0.00	CL				0.20	2,059.00
0.86	A.H.				0.22	2,058.98
2.00	A.H.				0.91	2,058.29
2.42	A.H.				4.70	2,054.50
4.35	A.H.				5.12	2,054.08
10.77	A.H.				4.84	2,054.36
12.13	A.H.				4.78	2,054.42
21.77	A.H.				4.20	2,055.00
30.61	A.H.				3.41	2,055.79

[redacted]



ENTRADA SALIDA

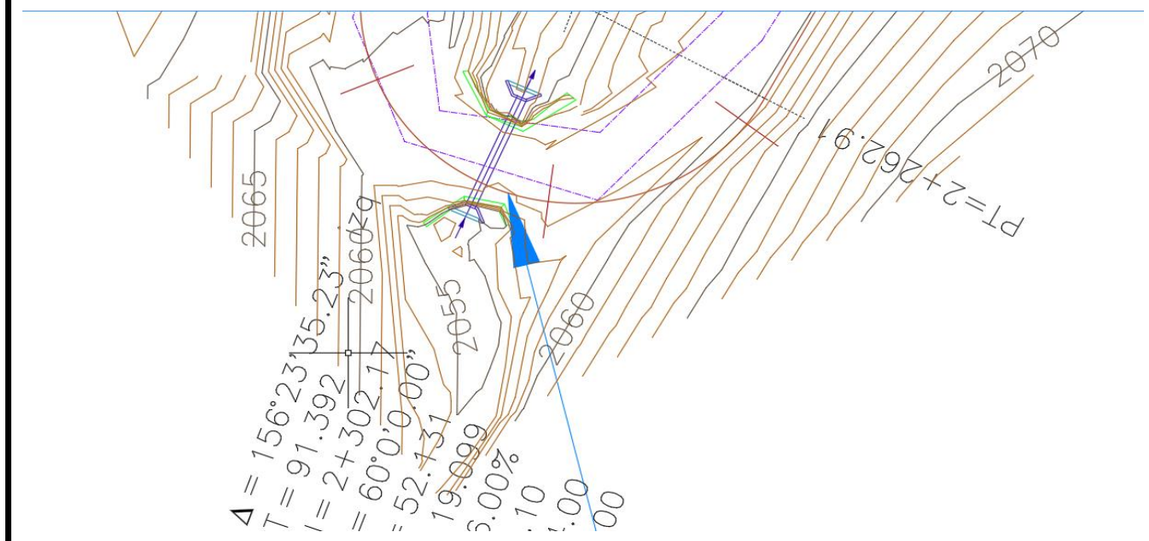
OBRA EXISTENTE: BOVEDA

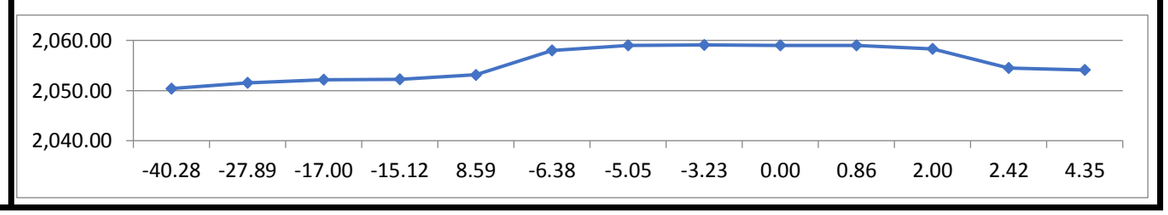
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+231.54
ESVIAJE:	RADIAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	43.10	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	14.74%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 8

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

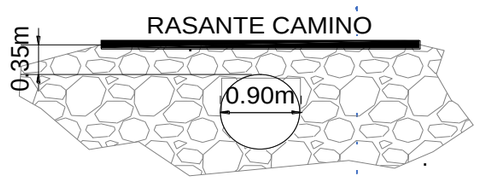
REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 5 DE 10

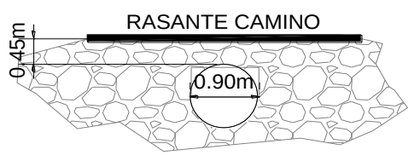
[redacted]

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+571.89
ESVIAJE:	11° 44′ 24″ IZQ
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+560		0.15	2057.07			2,056.92
		0.15	2,055.09	PL	2.13	2,054.94
-12.95	A.H.				2.04	2,053.05
-11.46	A.H.				1.78	2,053.31
-10.86	A.H.				1.66	2,053.43
-8.50	A.H.				1.19	2,053.90
-7.15	A.H.				1.53	2,053.56
-6.09	A.H.				1.99	2,053.10
-3.43	A.H.				2.18	2,052.91
-3.09	A.H.				2.19	2,052.90
-1.87	A.H.				2.10	2,052.99
-1.05	A.H.	4.00	2,058.31		0.78	2,054.31
-0.99	A.H.				3.23	2,055.08
-0.32	A.H.				2.71	2,055.59
0.00	CL				2.72	2,055.59
0.89	A.H.				2.81	2,055.50
1.15	A.H.				2.79	2,055.51
2.24	A.H.				2.68	2,055.63
3.94	A.H.				2.65	2,055.66
4.29	A.H.				2.61	2,055.70
4.41	A.H.				3.64	2,054.66
4.68	A.H.				3.56	2,054.75
5.01	A.H.				3.62	2,054.69
5.78	A.H.				2.58	2,055.73
6.66	A.H.	3.25	2,059.54		2.02	2,056.29
8.01	A.H.				0.96	2,058.58
8.12	A.H.	3.54	2,062.16		0.91	2,058.62
10.37	A.H.	3.47	2,064.39		1.24	2,060.92
16.00	A.H.				0.59	2,063.80



ENTRADA



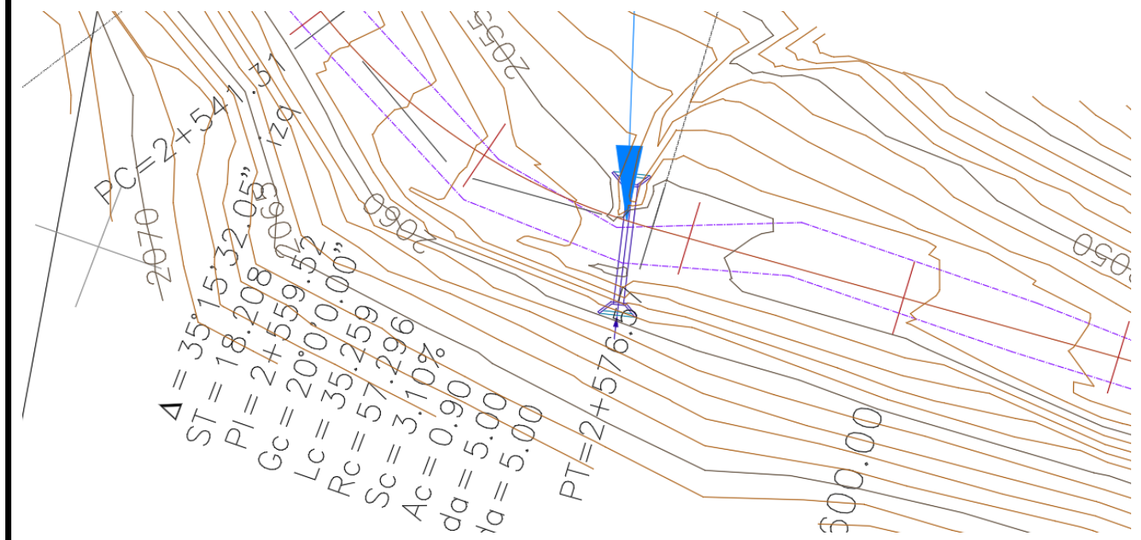
SALIDA

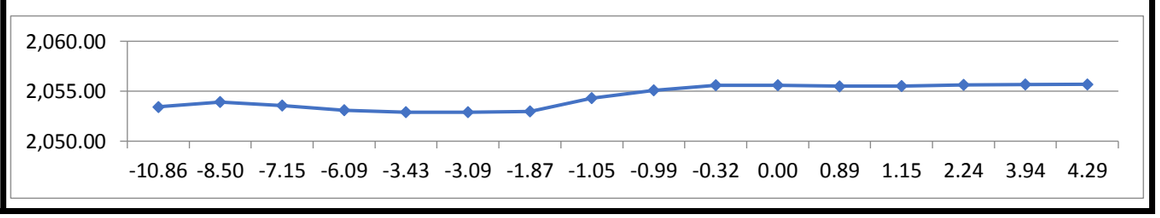
OBRA EXISTENTE: TUBO

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	1.22	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	10.84%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

ODM 9

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

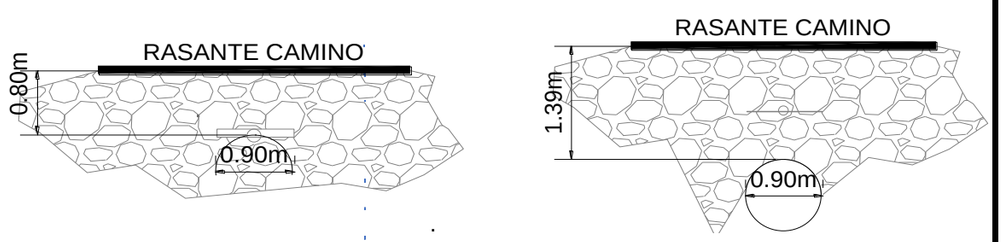
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

RA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 6 DE 10

[redacted]

PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+640		0.2	2050.27			2,050.07
		0.47	2,047.93	PL	2.81	2,047.46
-11.58	A.H.				3.93	2,044.00
-5.95	A.H.	0.89	2,050.48		0.10	2,047.83
-3.94	A.H.				0.89	2,049.59
-3.24	A.H.				0.29	2,050.19
-2.61	A.H.				0.29	2,050.19
-0.52	A.H.	3.654	2,053.73		0.40	2,050.07
0.00	CL				0.39	2,050.08
2.45	A.H.				3.61	2,050.12
2.72	A.H.				3.66	2,050.07
3.83	A.H.				3.54	2,050.19
4.57	A.H.	4.594	2,056.47		1.85	2,051.87
4.80	A.H.				2.34	2,051.39
6.88	A.H.	3.562	2,058.49		1.54	2,054.93
11.00	A.H.				1.04	2,057.45
12.48	A.H.				0.23	2,058.26



ENTRADA SALIDA

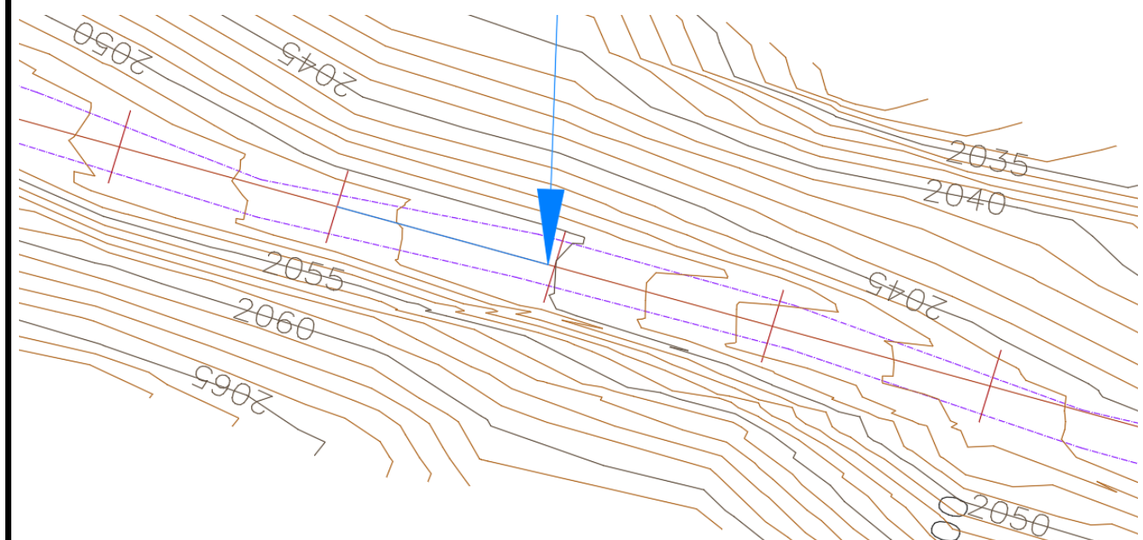
OBRA EXISTENTE: TUBO ASOLVADO

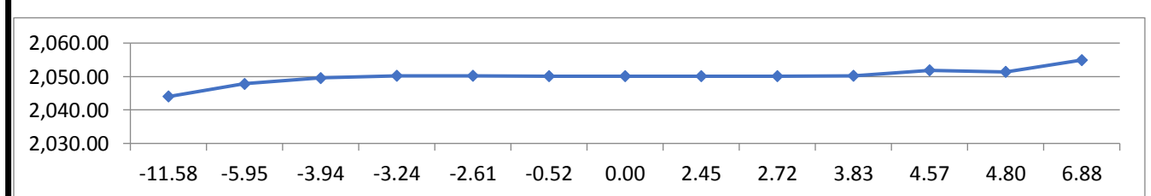
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+656.93
ESVIAJE:	NORMAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	1.13	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	6.50%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

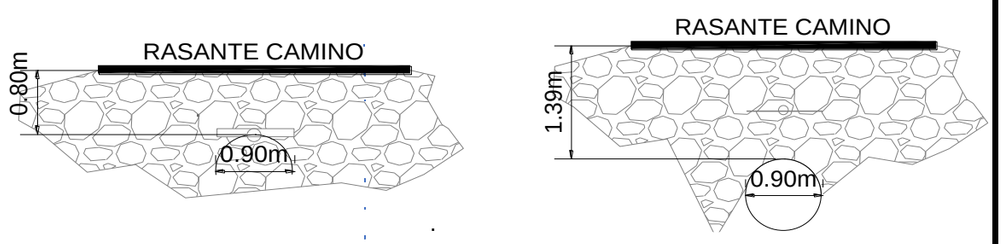
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

BRA DE DRENAJE MENOR

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+740		0.2	2042.51			2,042.31
		0.54	2,041.84	PL	1.21	2,041.30
-18.00	A.H.				4.79	2,037.51
-16.42	A.H.				4.12	2,037.72
-12.66	A.H.				3.99	2,037.85
-5.80	A.H.				2.90	2,038.94
-3.47	A.H.				2.70	2,039.14
-2.24	A.H.	3.654	2,043.91		1.58	2,040.26
-1.70	A.H.				1.52	2,042.39
0.00	CL				1.54	2,042.38
3.76	A.H.				1.56	2,042.35
4.99	A.H.				3.05	2,040.86
9.03	A.H.				2.64	2,041.27
9.80	A.H.				0.87	2,043.04



ENTRADA SALIDA

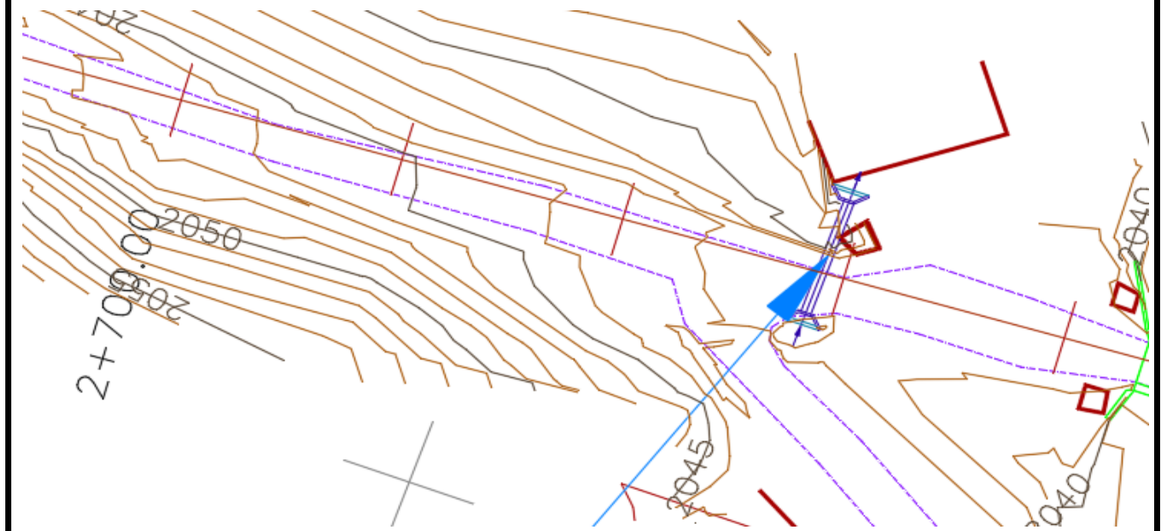
OBRA EXISTENTE: TUBO ASOLVADO

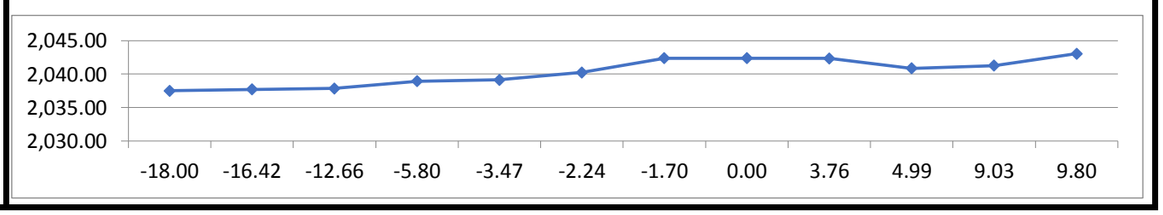
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+755.54
ESVIAJE:	NORMAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	4.03	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	16.60%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

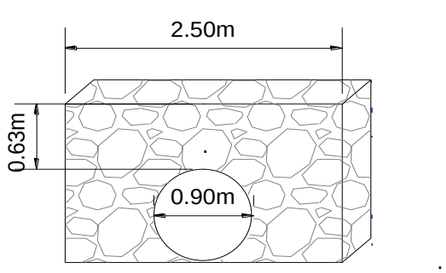
E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

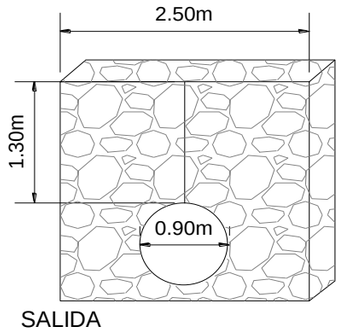
HOJA No. 10 DE 10

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
3+840.00		0.25	2,040.70			2,040.45
		0.365	2,040.42	PL	0.65	2,040.06
-15.00	A.H.				1.88	2,038.54
-11.30	A.H.				2.32	2,038.10
-10.00	A.H.	4.0159	2,042.10		2.34	2,038.08
-8.62	A.H.				3.83	2,038.27
-7.34	A.H.				4.12	2,037.98
-7.07	A.H.				4.02	2,038.08
-5.21	A.H.				3.11	2,038.98
-3.86	A.H.				1.84	2,040.26
-1.90	A.H.				2.04	2,040.05
0.00	CL				2.01	2,040.09
1.94	A.H.				1.93	2,040.16
2.69	A.H.				3.61	2,038.48
3.46	A.H.				3.47	2,038.63
4.89	A.H.				2.63	2,039.47
7.25	A.H.				3.15	2,038.95
10.00	A.H.				2.30	2,039.80
14.49	A.H.				2.11	2,039.99
15.00	A.H.				0.93	2,041.17
16.09	A.H.				0.49	2,041.61



ENTRADA



SALIDA

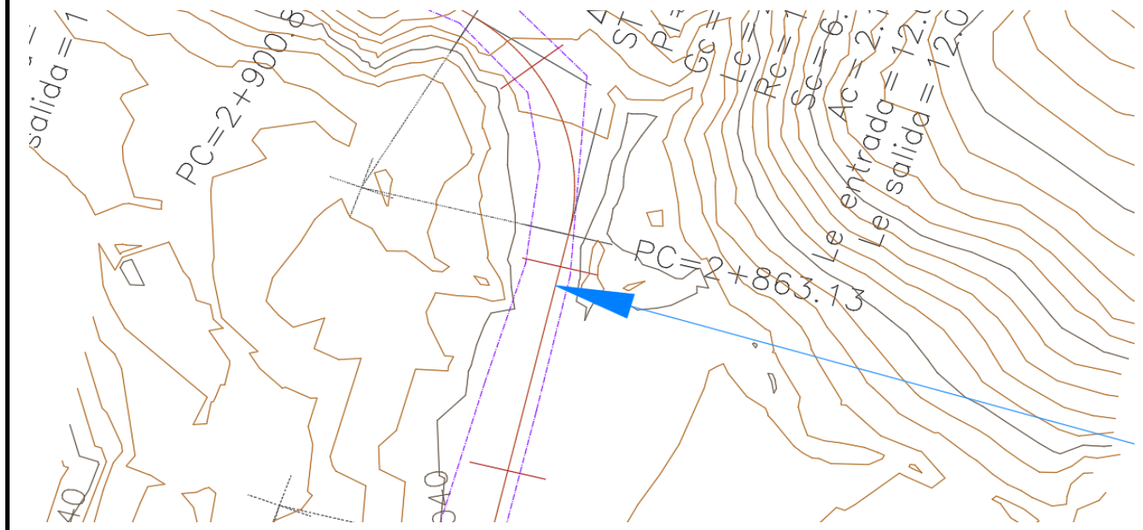
OBRA EXISTENTE: TUBO

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+856.04
ESVIAJE:	9° 40′ 48″ IZQ
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	9.83	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	13.55%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

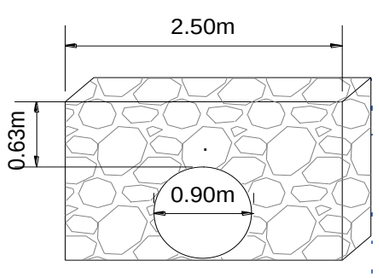
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

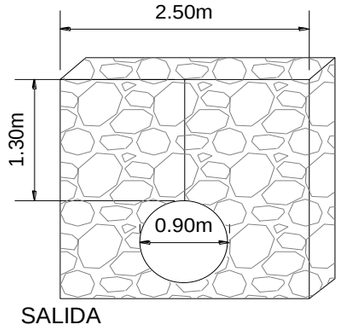
REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

[redacted]

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
3+800		4.58	2124.3089			2,119.73
		4.46	2,128.12	PL	0.65	2,123.66
-17.39	A.H.	0.56	2,125.13		3.55	2,124.57
-14.00	A.H.				1.13	2,124.00
-9.81	A.H.	1.238	2,120.43		3.46	2,121.67
-5.68	A.H.				2.09	2,118.34
-5.56	A.H.				0.35	2,120.08
0.00	CL				0.31	2,120.12
0.72	A.H.				0.30	2,120.13
1.82	A.H.				2.58	2,117.85
3.28	A.H.				3.00	2,117.43
8.08	A.H.				4.16	2,116.27
11.00	A.H.				4.82	2,115.61
11.33	A.H.				4.89	2,115.54
20.69	A.H.				5.92	2,114.51



ENTRADA



SALIDA

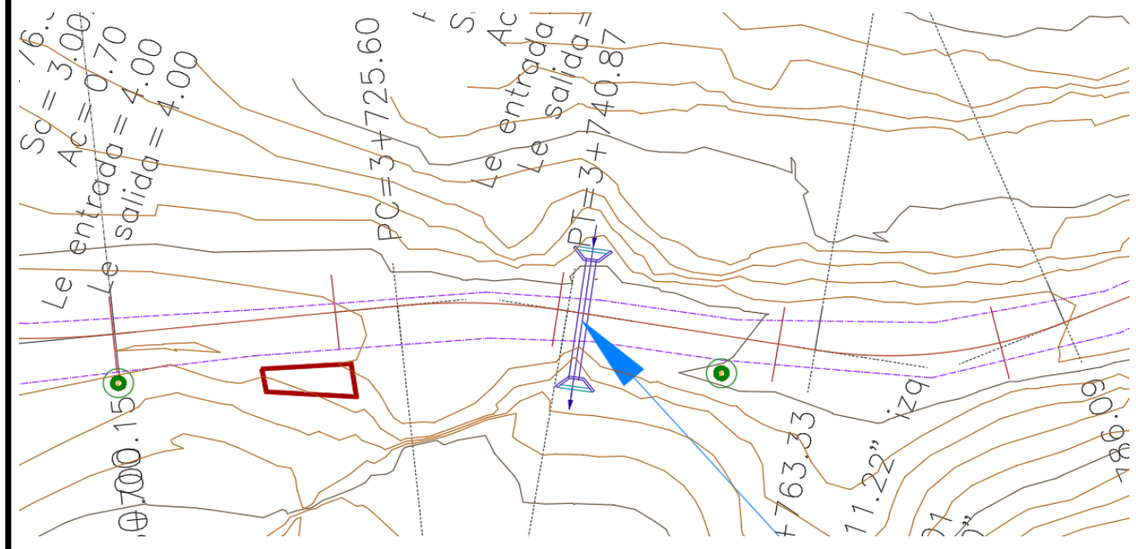
OBRA EXISTENTE: TUBO

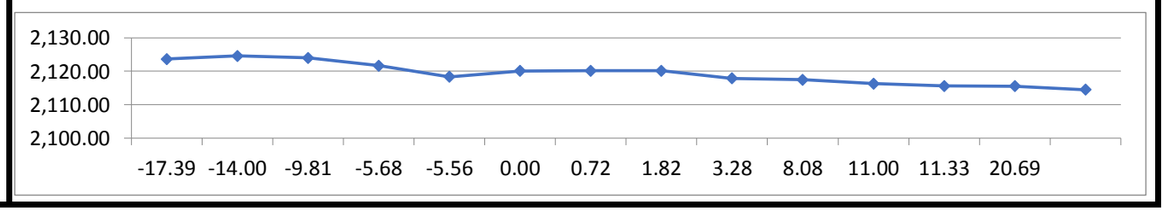
CADENAMIENTO DE LA OBRA:	3+737.75
ESVIAJE:	6°22'48" IZQ.
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	1.00	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	34.69%	
DRENA HACIA LA :	DER	

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN INGENIERIAS

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

REGISTRO DE OBRA DE DRENAJE MENOR

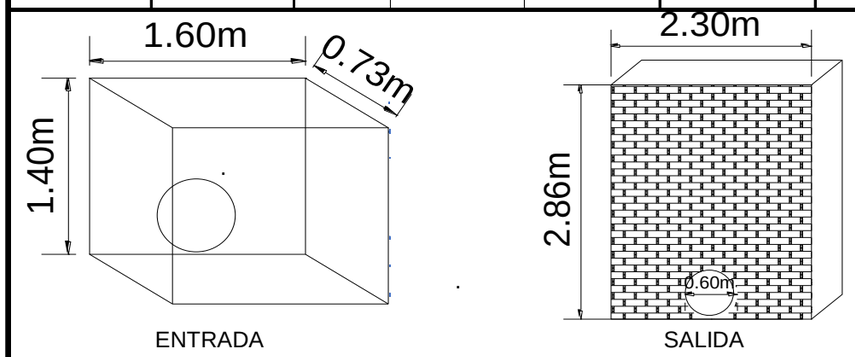
[redacted]

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	3+959.07
ESVIAJE:	15° 30′ 36″ IZQ
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

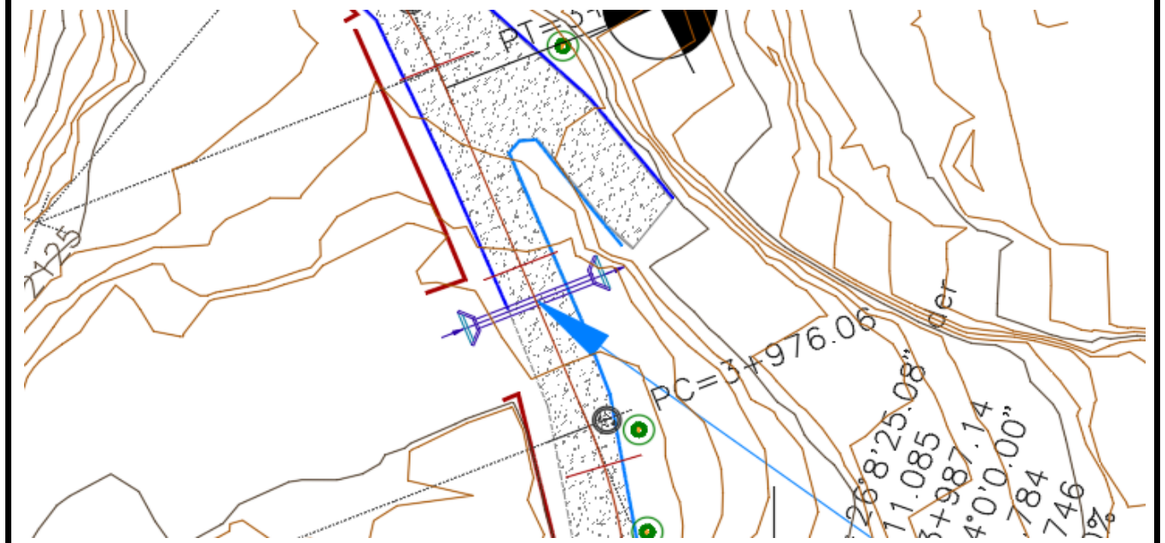
AREA POR DRENAR:	0.75	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	2.31%	
DRENA HACIA LA :	DER	

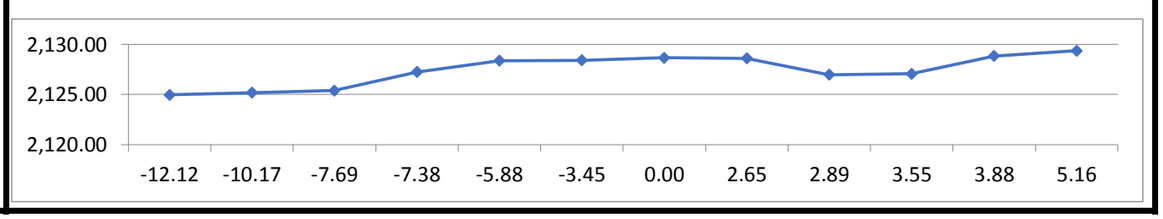
PO		LEC +	ALT APAR	LECT (-) BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
4+020		2.654	2131.0756			2,128.42
-12.12					6.11	2,124.97
-10.17	A.H.				5.90	2,125.18
-7.69	A.H.	2.404	2129.634		5.69	2,125.39
-7.38	A.H.				2.40	2,127.23
-5.88	A.H.				1.26	2,128.37
-3.45	A.H.				1.23	2,128.40
0.00	CL				0.98	2,128.66
2.65	A.H.				1.02	2,128.61
2.89	A.H.				2.66	2,126.97
3.55	A.H.				2.56	2,127.07
3.88	A.H.				0.79	2,128.84
5.16	A.H.				0.27	2,129.36



OBRA EXISTENTE: TUBO

CROQUIS DE LOCALIZACION





Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

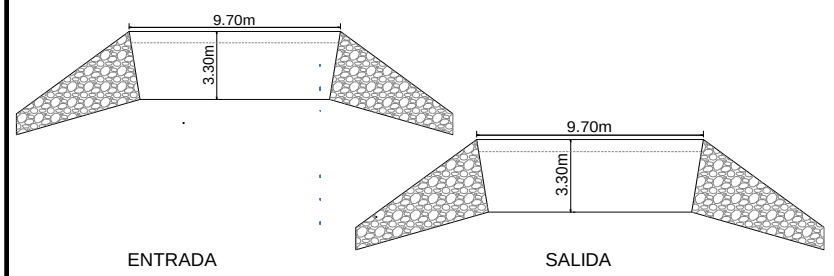
Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

[redacted] RA DE DRENAJE MENOR

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	1+193.35
ESVIAJE:	RADIAL
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
1+200		0.15	2068.52			2,068.37
		0.322	2,064.49	PL	4.35	2,064.17
-36.16	A.H.				2.30	2,062.19
-23.13	A.H.				1.10	2,063.39
-11.52	A.H.				1.10	2,063.39
-4.06	A.H.	4.85	2,068.38		0.96	2,063.53
-3.79	A.H.				0.07	2,068.31
0.00	CL	1.124	2,069.40		0.10	2,068.28
0.86	A.H.	0.05	2,068.36		1.09	2,068.31
		1.00	2,067.86	PL	1.50	2,066.86
1.06	A.H.	2.654	2,065.80		4.71	2,063.15
6.59	A.H.				2.07	2,063.73
12.84	A.H.				1.61	2,064.19
19.71	A.H.				1.29	2,064.51

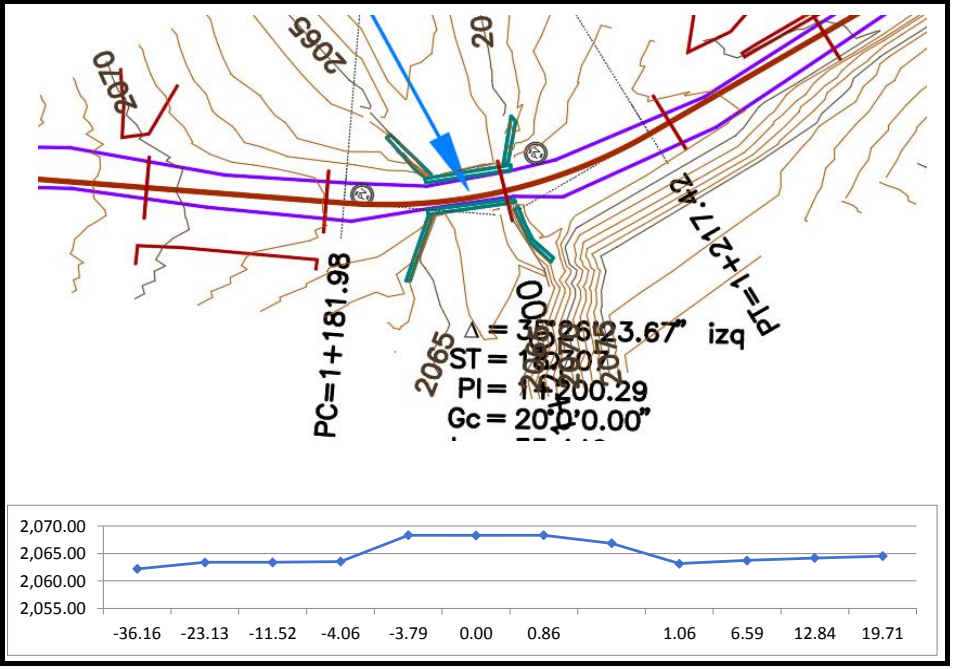


OBRA EXISTENTE: LOSA

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	797.24	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	12.05%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

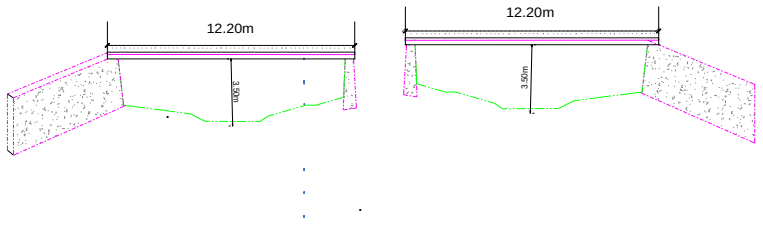
Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

[redacted] RA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 8 DE 10

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+780		0.365	2042.38			2,042.02
		0.456	2,038.57	PL	4.27	2,038.12
-40.52	A.H.				3.78	2,034.79
-31.08	A.H.				2.81	2,035.76
-20.23	A.H.				2.53	2,036.04
-8.63	A.H.				2.09	2,036.48
-5.71	A.H.				0.93	2,037.64
-3.05	A.H.	4.654	2,042.45		0.77	2,037.80
-2.69	A.H.				0.26	2,042.19
0.00	CL				0.38	2,042.07
2.80	A.H.				0.32	2,042.13
3.12	A.H.				4.12	2,038.33
10.07	A.H.				4.00	2,038.45
21.19	A.H.				3.75	2,038.70



ENTRADA SALIDA

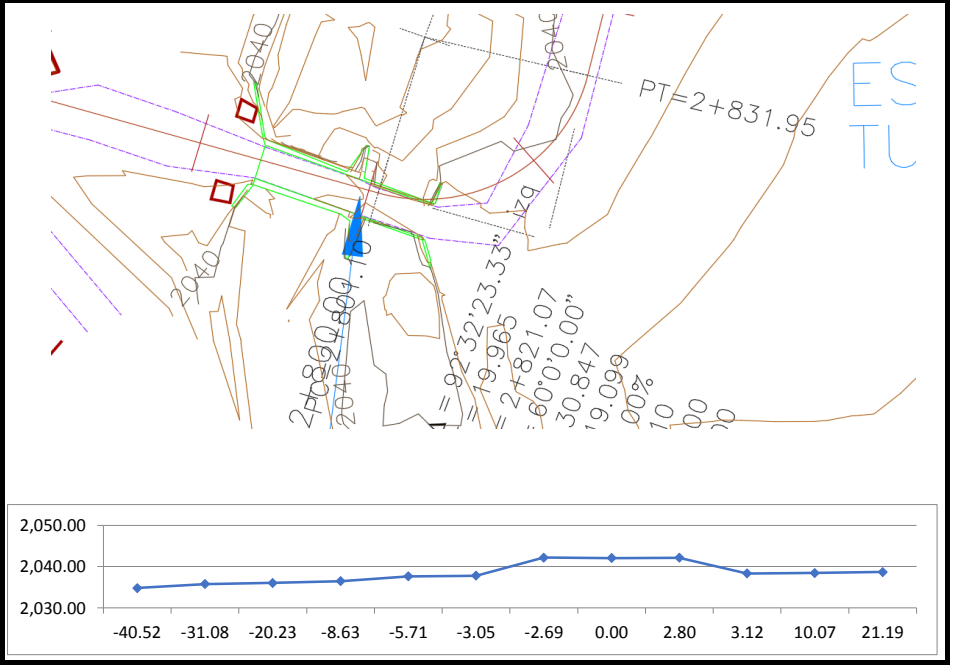
OBRA EXISTENTE: LOSA

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+793.16
ESVIAJE:	ESVIAJE
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE

DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:

AREA POR DRENAR:	880.23	**ha .**
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	**(RACIONAL)**
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	7.37%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

PUENTE 2 A

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES

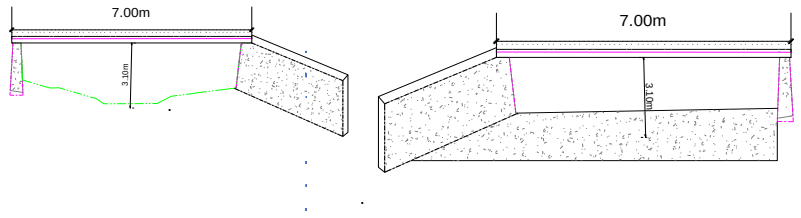
Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C. (JUXTLAHUACA - SAN MARTÍN PERAS) - COICOYÁN DE LAS FLORES - LIMITES EDOS. OAX./GRO

[redacted] RA DE DRENAJE MENOR

HOJA No. 9 DE 10

				LECT (-)		
PO		LEC +	ALT APAR	BN Y PL	PUNTS (-)	COTAS
2+780		0.444	2042.46			2,042.02
		0.357	2,041.17	PL	1.65	2,040.81
-41.35	A.H.				5.86	2,035.31
-32.95	A.H.				5.05	2,036.12
-24.27	A.H.				4.60	2,036.57
-12.30	A.H.				3.90	2,037.27
-5.35	A.H.				3.14	2,038.03
-5.06	A.H.				2.36	2,038.81
-3.46	A.H.	3.654	2,042.40		2.42	2,038.75
-2.03	A.H.				0.41	2,041.99
0.00	CL				0.44	2,041.96
2.38	A.H.				0.40	2,042.00
6.59	A.H.				3.17	2,039.23
17.35	A.H.				3.07	2,039.33
31.41	A.H.				2.01	2,040.39

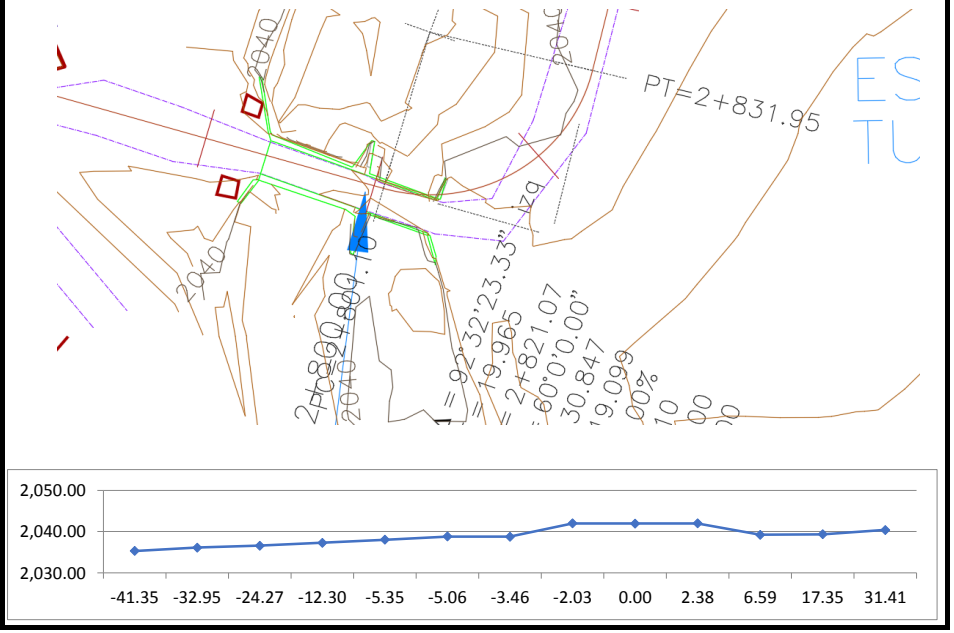


ENTRADA SALIDA

OBRA EXISTENTE: TUBO ASOLVADO

CADENAMIENTO DE LA OBRA:	2+793.16	
ESVIAJE:	ESVIAJE	
EQUIPO DE MEDICION:	NIVEL FIJO	
ESTADO DEL TIEMPO:	FAVORABLE	
DATOS EN EL CRUCE DE LA OBRA:		
AREA POR DRENAR:	880.23	ha .
COEF. DE ESCURRIMIENTO	0.40	(RACIONAL)
MATERIAL EN EL CAUCE:	VEGETACION DISPERSA	
ARRASTRES:	SEDIMENTOS FINOS	
PENDIENTE DEL CAUCE:	7.37%	
DRENA HACIA LA :	IZQ	

CROQUIS DE LOCALIZACION



Lugar y fecha de elaboración: NOVIEMBRE 2025

No de contrato interno: 2025-09-CF-A-106-Y-00-2025
No de contrato: 2025-O-I-NAC-A-U-09-210-00063449

Forma: RD Ja10

[redacted]

PUENTE 2 B