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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO:



ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTO PARA LA AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CAMINO: SAN PABLO ATZOMPA (GUERRERO) - COICOYÁN DE LAS FLORES (OAXACA), TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 17+500, SUBTRAMO DEL KM 15+500 AL KM 17+500, MUNICIPIO DE COICOYÁN DE LAS FLORES, ESTADO DE OAXACA

Promovente: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

Febrero de 2026

Contenido

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... 15
I.1. Datos generales del proyecto..... 15
I.1.1 Nombre del proyecto..... 15
I.1.2 Ubicación del proyecto. 16
I.1.3 Duración del proyecto. 17
I.2 Datos generales del promovente..... 18
I.2.1 Nombre o razón social. 18
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 18
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 18
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones: 18
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 19
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O P LANES PARCIALES DE DESARROLLO. 20
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 34
II.1.2 Ubicación física 39
II.1.4 Inversión requerida..... 43
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa. 46
II.2.1 Programa de trabajo 48
II.2.2 Representación gráfica regional. 50
II.2.3 Representación gráfica local 52
II.2.4 Preparación del sitio y construcción. 52
II.2.5 Operación y mantenimiento..... 55
II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 57
II.2.7 Residuos. 57
II.2.8 Criterios para la Consolidación de Actividades en la Evaluación de Impactos Ambientales 59
CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 63
III.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden federal. 63
III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). 63

III.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 65

III.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R-MEIA). 69

III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). 73

III.1.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR). 77

III.1.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC). 78

III.1.7. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 82

III.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) 84

III.1.9. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF) ... 86

III.1.10. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 88

III.2. Vinculación con Planes y Programas sectoriales. 92

III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (PND) 92

III.2.2. Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes 2025-2030 (PSICyT). 94

III.2.3. Plan Estatal de Desarrollo 2022 – 2028 (PED-Oaxaca) 94

III.2.4. Plan Municipal de Coicoyan de las Flores. 95

III.3. Vinculación con Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo 95

III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POERT) 95

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) 102

III.3.3. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) y Areas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs). 122

III.3.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 124

III.3.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 126

III.3.6. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) 127

III.4. Vinculación con Normas mexicanas y especificaciones técnicas. 128

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL 132

IV.1 Delimitación del área de estudio 132

IV .1.1 Delimitación de la zona de influencia del proyecto 132
IV .1.2 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto. 133
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental 136
IV.2.1 Aspectos abióticos 136
IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS 155
IV.2.3 Paisaje 198
IV.2.4 Medio socioeconómico 207
IV.2.5 Diagnóstico ambiental 210
CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 219
V.1. Identificación de impactos 219
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 223
V.1.2 Caracterización de los impactos 224
V.1.3 .-Indicadores de impacto 230
V.1.4 .- Valoración de los impactos 232
V.2 Evaluación del impacto Ambiental sin medidas de mitigación 245
IV.3 Evaluación con medidas de mitigación 268
IV.3 Impactos residuales 273
CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 275
VI.1 Introducción 275
VI.3 Componentes ambientales afectados 277
VI.4 Sistema de medidas de mitigación por etapa 278
CAPITULO VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas. 320
VII.1. Descripción y Análisis del Escenario Sin Proyecto: 321
VII.2. Descripción y Análisis del Escenario Con Proyecto (Sin Mitigación) 322
VII.3. Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación 323
VII.4 Análisis de Escenarios Ambientales 324
Aspecto Evaluado 325
Escenario Sin Proyecto 325

Escenario Con Proyecto (Sin Mitigación) 325
Escenario Con Proyecto (Con Medidas de Mitigación) 325
Conectividad y Desarrollo Social 325
Aislamiento, rezago social crónico. 325
Alta conectividad, mejora social inmediata. 325
Alta conectividad, mejora social con responsabilidad ambiental. 325
Desarrollo Económico 325
Estancamiento, economía de subsistencia. 325
Dinamización económica. 325
Desarrollo económico sostenible con enfoque local. 325
Calidad del Agua 325
Estable, con erosión natural. 325
Contaminación por sedimentos y derrames. 325
Protegida mediante control de erosión y manejo de residuos. 325
Suelo (Erosión y Calidad) 325
Erosión localizada en el camino actual. 325
Erosión severa, pérdida de capa fértil, compactación. 325
Erosión controlada, recuperación de capa fértil en taludes. 325
Biodiversidad (Flora y Fauna) 325
Estable, con dinámicas naturales. 325
Pérdida de hábitat, fragmentación, desplazamiento de fauna, posible mortalidad de especies NOM-059. 325
Minimizada mediante rescate, restauración de hábitat (revegetación) y pasos de fauna. 325
Paisaje 325
Calidad visual alta, con alteraciones menores. 325
Impacto visual severo, cicatrices en el terreno. 325
Integración paisajística mediante revegetación. 325
Cumplimiento Normativo 325
No aplica. 325
Incumplimiento de la LGEEPA, NOMs, riesgo de sanciones. 325
Cumplimiento total y proactivo de la normatividad. 325
Sostenibilidad a Largo Plazo 326
Insostenible por el costo social. 326

Insostenible por el costo ambiental. 326
VII.5 Evaluación de alternativas 326
Capitulo VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores 327
VIII.1 Literatura consultada. 327
VIII. 2 Fotos del trabajo de campo 337
VIII.3 Anexo programa de reforestación. 340
VIII. ANEXOS Y EVIDENCIAS 345
Mapas de ubicación y parcelas de monitoreo 345
VIII.4. Base de datos de flora. (versión digital formato Excel) 345
VIII.5. Base de datos fauna. (versión digital formato Excel) 345
VIII.6. Coordenadas del proyecto. (versión digital formato Excel) 345
VIII.7. Soporte del proyecto técnico (versión digital) 345
VIII.8. Matrices de evaluación (versión digital formato Excel) 345
VIII.9 Doctos de ingreso (Digital) 345
VIII.10. Cartografía (Digital) 345

Cuadro 1. Características del camino 22
Cuadro 2 Descripción de la señalización y sus normativa correspondiente. 26
Cuadro 3 Coordenadas del eje del proyecto 43
Cuadro 4 Programa general de trabajo 50
Cuadro 5 . Vinculación de la CPEUM con el proyecto 64
Cuadro 6 Vinculación de la LGEEPA con el proyecto 66
Cuadro 7 Vinculación del R-MEIA el proyecto. 70
Cuadro 8 Vinculación de la LGPGIR con el proyecto 73
Cuadro 9 Vinculación del R-LGPGIR con el proyecto 77
Cuadro 10 Vinculación normativa de la LGCC con el proyecto 79
Cuadro 11 Vinculación normativa de la LAN con el proyecto 82
Cuadro 12 Vinculación normativa de la LFRA con el proyecto 84
Cuadro 13 Vinculación normativa de la LCPAF con el proyecto 86
Cuadro 14 Vinculación normativa de la LGVS con el proyecto 88
Cuadro 15 Regionalización ecológica del proyecto conforme al POEGT. 97
Cuadro 16 Descripción de la Región Ecológica donde se inserta el proyecto de acuerdo con el POEGT 97

Cuadro 17 Estrategias ecológicas de la UAB 99 99
Cuadro 18 Principales características de las UGAs 004 y 042 del POERTEO 103
Cuadro 19 Lineamientos de las UGAs 004 y 042 104
Cuadro 20 Características de la UGA 004. 111
Cuadro 21 Criterios de regulación ecológica para la UGA 004. 111
Cuadro 22 Características de la UGA 042 113
Cuadro 23 Criterios de regulación ecológica para la UGA 042. 114
Cuadro 24. Vinculación de diferentes Normas con el proyecto 129
Cuadro 81 Actividades contempladas para cada una de las etapas del proyecto. 219
Cuadro 82.-Componentes ambientales susceptibles de recibir impactos. 222
Cuadro 83 Matriz de identificación de las interacciones ambientales del proyecto. 225
Cuadro 84 Indicadores de impacto por componente ambiental. 230
Cuadro 85 Criterios básicos y complementarios para valorar el medio biótico y abiótico. 234
Cuadro 86 Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico. 235
Cuadro 87 Matriz de Leopold modificada para determinar la valoración de los impactos ambientales, Impacto no significativo (NS), Impacto poco significativo (PS), Impacto moderadamente significativo (MS), Impacto significativo (S), Impacto muy significativo. 241
Cuadro 88 Matriz de resultados de la valoración de impactos (Significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación). 247
Cuadro 89 Comparativa de significancia de impactos ambientales por etapa del proyecto. 251
Cuadro 90. Volúmenes de suelo a remover 254
Cuadro 91 Cuadro resumen de remoción en el estrato arbóreo 260
Cuadro 92 Cuadro resumen de remoción en el estrato arbustivo 260
Cuadro 93 Cuadro resumen de remoción en el estrato herbaceo 261
Cuadro 94. Registro de especies en el SAR y Área del proyecto 263
Cuadro 95Porcentajes de efectividad con las medidas de mitigación 270
Cuadro 96 Matriz de resultados de la valoración de impactos (Significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación). 271
Cuadro 97 Matriz de resultados de la matriz de impactos residuales 274

Ilustración 1. Localización del tramo, ubicado en el Municipio del Coicoyan de las Flores. 17
Ilustración 2 Diagrama de Gantt de las actividades del proyecto 18
Ilustración 3. Sección tipo del camino proyectado. 22
Ilustración 5 Macro localización, dentro del Estado de Oaxaca. 41
Ilustración 6 Micro localización y localidades beneficiadas. 42

Ilustración 7 Sección tipo..... 48

Ilustración 8 Sistema Ambiental Regional y ubicación del proyecto 51

Ilustración 9 Micro localización del proyecto..... 52

Ilustración 10 Ubicación del proyecto con relación a la Unidad Ambiental Biofísica 99 del POEGT..... 96

Ilustración 11 UGAs con política de aprovechamiento y aptitud para el Sector Apícola (UGA 004). ...105

Ilustración 12 UGAs con políticas de Conservación y aptitud para el sector Apícola 106

Ilustración 13 UGAs con política de Aprovechamiento sustentable y aptitud para el sector Forestal (UGA 004). 107

Ilustración 14 UGAs con políticas de Conservación y aptitud para el sector Forestal. 108

Ilustración 15 Ubicación del proyecto en relación con las UGAs 004,005, 024 y 042 del POERTEO. ...122

Ilustración 16 Ubicación del Proyecto con relación a ANPs. 124

Ilustración 17 Ubicación del proyecto dentro de la RTP-126. 126

Ilustración 18 Ubicación del proyecto con respecto a la RHP 30. 127

Ilustración 19 Ubicación del proyecto en relación con el AICA C-13 Sierra Norte. 128

Ilustración 78-Distribución de impactos por medio y componente ambiental. 227

Ilustración 79-Interacciones por etapa del proyecto 228

Ilustración 80. Distribución de los impactos por etapa del proyecto. 229

Ilustración 4 Representación de la significancia de los impactos ambientales 246

Ilustración 5. Representación del porcentaje de la significancia de los impactos ambientales por etapa constructiva 249

Ilustración 5. Valoración de los impactos negativos en la etapa de preparación del sitio. 250

Ilustración 5. Valoración de los impactos negativos en la etapa de construcción.....250

Ilustración 5. Valoración de los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento 251

Ilustración 6. Valoración de Impactos sin medidas 252

Ilustración 7 Distribución de los impactos por medio. 253

Ilustración 8-Distribución de los impactos ambientales. 268

. Ilustración 9 .-Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin aplicación medidas. 269

Ilustración 10 Efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación del impacto ambiental 273

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.

Nota: El proyecto denominado "Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca" fue definido contractualmente con base en la información disponible previa al inicio de los trabajos. Sin embargo, durante la etapa de levantamiento topográfico de campo, se determinó con precisión que la longitud real del subtramo comprendido entre el km 15+500 y el punto final del camino existente es de 17+473.30, es decir, 26.70 metros menos que el kilometraje estimado originalmente.

Esta discrepancia se debe a que el kilometraje de referencia se estableció a partir de planos o datos previos que no consideraban la configuración exacta del terreno, la cual fue corregida mediante el levantamiento en campo con equipos de alta precisión. La diferencia es mínima (aproximadamente 0.15% de la longitud total del subtramo) y no altera el alcance ni los objetivos del proyecto, ya que los trabajos de estudio y diseño se enfocan en la infraestructura existente hasta su término fisico.

Por razones administrativas y contractuales, se ha optado por mantener el nombre original del proyecto, ya que este está vinculado a los documentos legales y financieros, y cualquier modificación podría generar confusiones o

retrasos en la gestión. Además, el nombre refleja el tramo completo contratado, aunque la longitud real ajustada sea ligeramente inferior, lo cual es una práctica común en proyectos carreteros debido a las variaciones propias de los levantamientos topográficos.

En resumen, el nombre del proyecto se conserva por coherencia contractual, mientras que la longitud real evaluada (km 17+473.30) se documenta en los estudios técnicos y planos correspondientes, garantizando la precisión necesaria para la ejecución de las obras.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubica en el Estado de Oaxaca, Municipio de Coicoyan de las Flores.

El municipio de Coicoyán de las Flores se encuentra localizado en la zona noroeste del estado y en el límite con el estado de Guerrero. Forma parte de la región mixteca oaxaqueña y del distrito de Juxtlahuaca.

Su extensión territorial es de 126.51 kilómetros cuadrados. Sus coordenadas geográficas extremas son 17°07' - 17°19' de latitud norte y 98°08' - 98°20' de longitud oeste. Su altitud varía desde los 600 hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el municipio de San Martín Peras; al este y sur, con el municipio de Santiago Juxtlahuaca; y al oeste, con el estado de Guerrero, en particular con el municipio de Alcozauca de Guerrero y con el municipio de Tlacoachistlahuaca.

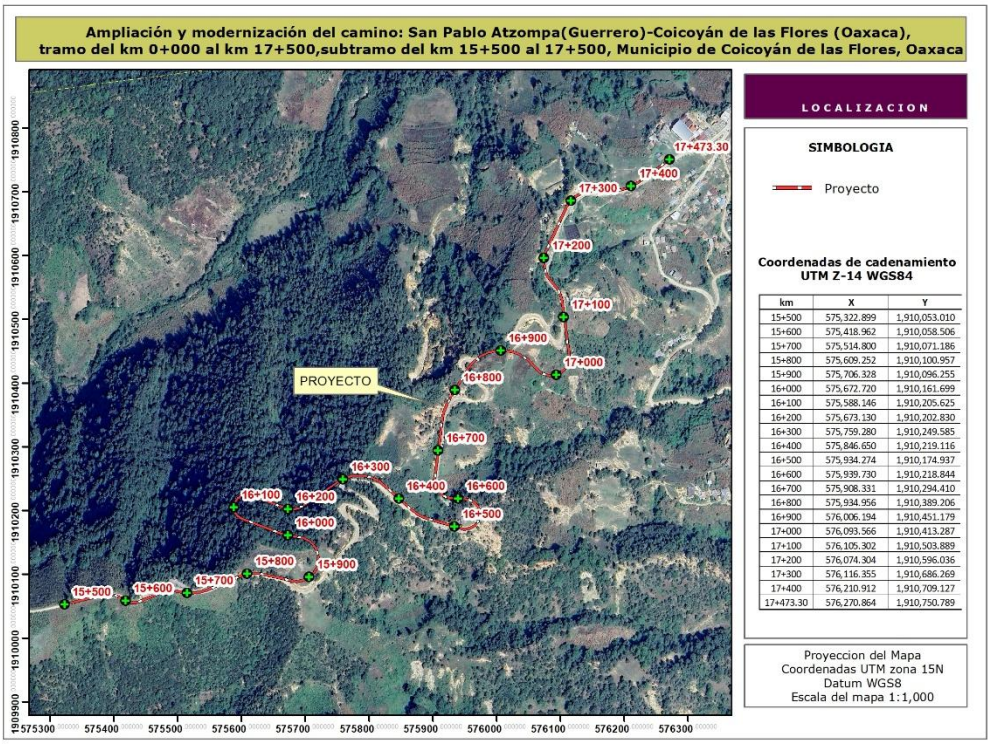


Ilustración 1. Localización del tramo, ubicado en el Municipio del Coicoyan de las Flores.

Con el propósito de enriquecer la información de base para el proyecto, se realizó una consulta al Sistema de Información Geográfica SIGEIA 8.0. Dicho análisis identificó características geoambientales significativas en la zona, entre las que se incluyen hundimientos, regiones volcánicas y diversos peligros geomorfológicos. Es importante señalar que el ámbito del proyecto no se superpone con estas áreas de riesgo.

I.1.3 Duración del proyecto.

El proyecto en cuestión se pretende realizar en un periodo de un año y seis meses, englobando todas las actividades del proyecto incluyendo las actividades preliminares, construcción de subestructura, superestructura, accesos, operación y mantenimiento. Como se observa en la siguiente imagen.

Etapas del proyecto	Actividades	1 año												6 meses					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
preparacion del sitio	permisos																		
	desmonte																		
	despalme																		
	cortes y escavaciones																		
Construcción	terraplenes																		
	recubrimiento de taludes y zampeados																		
	rellenos																		
	obras de drenaje																		
	base hidraulica																		
	carpeta asfaltica																		
Operación y mantenimiento	Señalizacion y operación del camino																		
	retiro de instalaciones y maquinaria																		

Ilustración 2 Diagrama de Gantt de las actividades del proyecto

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social.

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CND481110H94

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

C. Hugolino Mendoza Sánchez.
Coordinador de infraestructura indígena
Del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

[redacted]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Biol. Julia Venus Andrés Reyes.



CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O P LANES PARCIALES DE DESARROLLO.

Antecedentes

El presente estudio y proyecto comprende la ampliación y modernización de un subtramo del camino que comunica a la localidad de San Pablo Atzompa (Guerrero) con Coicoyán de las Flores (Oaxaca), en el distrito juxtlahuaca en la región Mixteca.

El subtramo en estudio abarca del km. 15+500 al km. 17+473.30, en el estado de Oaxaca.

El camino actual se encuentra a nivel de terracerías, con un ancho promedio de 5.00 m. El estudio y proyecto contempla un camino tipo “E”, proponiendo un ancho de calzada pavimentada de 6.00 metros, diseñando ampliaciones y sobreelevaciones en las curvas horizontales, pendiente máxima del 12 % y grado de curvatura máximo de 60º.

El km. 15+500 se ubica en las coordenadas geográficas 17°16'27.96"N y 98°17'28.82"O, al oeste de Coicoyán de las Flores, y el camino se desarrolla en terreno montañoso y muy escarpado en dirección noreste, hacia la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores.

El km. 17+473.30 se ubica en la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores, en las coordenadas geográficas 17°16'50.42"N y 98°16'56.57"O, en donde inicia el pavimento de concreto hidráulico.

Introducción

El presente proyecto ejecutivo tiene como objetivo la modernización y pavimentación de un subtramo del camino que actualmente comunica a la localidad de San Pablo Atzompa, Guerrero, con la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores, Oaxaca. El tramo en estudio comprende del kilómetro 15+500 al 17+473.30, desarrollándose en su totalidad dentro del estado de Oaxaca.

El proyecto parte de un camino existente a nivel de terracerías, con un ancho promedio de 5.00 metros, el cual será transformado para cumplir con las especificaciones de un camino tipo "E". Esta transformación implicará, en primera instancia, actividades de desmonte y despalme a lo largo del trayecto actual, lo que permitirá remover la capa superficial del camino de terracería para preparar el terreno sobre el cual se construirán las ampliaciones necesarias.

La nueva vía contará con una calzada pavimentada de 6.00 metros de ancho e incluirá mejoras geométricas como ampliaciones y sobreelevaciones en las curvas horizontales, diseñadas para un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 automóviles en terreno montañoso. Entre las obras proyectadas se encuentran los trabajos de terracerías para conformar la plataforma ampliada, la construcción de obras de drenaje, la colocación de pavimento con espesores definidos por estudios de geotecnia, y la instalación de señalamiento horizontal y vertical. El proyecto se ha desarrollado conforme a la normativa vigente de la SICT y del INPI, con el fin de proporcionar una vía de comunicación segura, funcional y moderna que beneficie a las comunidades de la región.

Cuadro 1. Características del camino

Especificaciones del proyecto:	
Carretera:	Tipo " E "
Tránsito (TDPA)	100 automóviles
Terreno	"Montañoso"
Velocidad de Proyecto	30 km/h
Grado de Curvatura Máxima	60°
Pendiente Gobernadora	9%
Pendiente Máxima	12%
Ancho de Corona	6.00 m
Ancho de Calzada	6.00 m
Sobreelevación máxima	10%

En la siguiente imagen se muestra la sección tipo del camino:

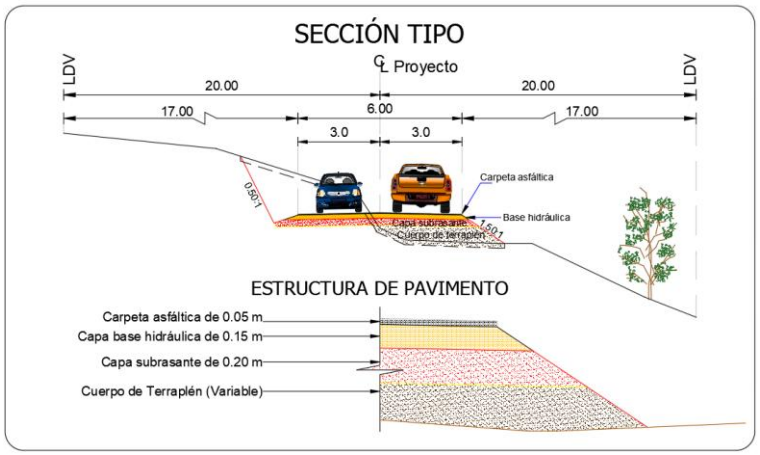


Ilustración 3. Sección tipo del camino proyectado.

Terracerías

El proyecto contempla los siguientes volúmenes de terracerías, derivados de la transformación del camino existente de terracería a un camino pavimentado tipo "E" con calzada de 6.00 metros de ancho:

concepto	Volumen (m^3)	Descripción
Despalme en corte	3,915	Remoción de la capa superficial del terreno natural en las zonas donde se realizarán cortes, incluyendo la carpeta existente de terracería y material orgánico.
Despalme en terraplén	83	Remoción de la capa superficial del terreno natural en las zonas donde se desplantarán los terraplenes, para garantizar una adecuada adherencia entre el terreno y el material de relleno.
Corte Adicional	124,608	Excavación necesaria en terreno natural para alcanzar los niveles de subrasante proyectados, considerando las ampliaciones y mejoras geométricas del trazo.
Ampliación de Corte	2,646	Excavación complementaria en los costados del camino existente para lograr el ancho de corona de 6.00 metros en las zonas de corte.
Corte en Rebajes	8,021	Excavación para regularizar y perfilar la corona del camino existente, eliminando irregularidades y preparando la superficie para recibir las nuevas capas de pavimento.
Terraplén	748	Rellenos compactados con material proveniente de los cortes, necesarios para alcanzar los niveles de proyecto en zonas donde el terreno natural queda por debajo de la subrasante.

concepto	Volumen (m^3)	Descripción
Volumen total a mover	140,021	Suma total de materiales a excavar, remover y colocar durante los trabajos de terracerías.

El volumen total de corte (sumando despalmes, cortes adicionales, ampliaciones y rebajes) asciende a 139,273 m^3, mientras que el volumen de terraplén es de 748 m^3, lo que indica que el material excedente de cortes podrá aprovecharse para la formación de terraplenes y el resto deberá depositarse en sitios de desecho autorizados.

Los trabajos de despalme (3,998 m^3 en total) son fundamentales para preparar la superficie del camino existente antes de iniciar las ampliaciones y la construcción de la nueva estructura de pavimento.

El volumen de "Corte Adicional" (124,608 m^3) comparado con los demás conceptos refleja que, además de ensanchar el camino, el proyecto contempla una corrección geométrica del trazo existente para cumplir con las normas de proyecto establecidas (pendientes máximas, curvatura.

Pavimentos.

Derivado de los estudios de geotecnia y mecánica de suelos realizados en la zona del proyecto, se definió la estructura de pavimento más adecuada para garantizar la capacidad de soporte, durabilidad y funcionalidad del camino, considerando un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 vehículos y las condiciones del terreno montañoso.

La estructura propuesta consta de tres capas, cuyas características, espesores y volúmenes se detallan a continuación:

Concepto	Espesor (cm)	Descripción
Base hidráulica	15	Capa de material granular de alta calidad (grava, arena) compactada, que distribuye las cargas del tránsito hacia la subrasante y permite el drenaje de la estructura. Su espesor se diseñó para resistir las solicitaciones del tránsito proyectado.
Carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor construida con mezcla en caliente	5	Carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor construida con mezcla en caliente de granulometría densa, con cemento asfáltico PG 64-22 fabricada en planta móvil y compactada al 95% de la prueba MARSHALL. Incluye: riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 a razón 1 L/m2. PUOT (N·CTR·CAR·1·04·006/20).
Volumen total de pavimento	40	Suma total de materiales que conforman la estructura del pavimento, considerando su colocación en todo el tramo.

Señalamiento Horizontal y vertical.

Para garantizar un uso seguro y ordenado de la vía, así como proporcionar a los usuarios la información necesaria para su correcta circulación, el proyecto contempla la instalación de dispositivos de señalamiento y protección vial en estricto apego a la normativa vigente. El diseño se ha realizado conforme a la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y al Manual de

Señalización y Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras SICT/SEDATU-2023.

Cuadro 2 Descripción de la señalización y sus normativa correspondiente.

Señalamiento Vertical

Tipo de Señal	Descripción	Normativa de referencia
Preventivas (SP)	Señales con fondo amarillo que advierten al conductor sobre condiciones peligrosas en el camino, como curvas pronunciadas, pendientes fuertes, cruces de arroyos, etc.	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Capítulo 6
Restrictivas (SR)	Señales con fondo blanco y orla roja que indican limitaciones o prohibiciones, como límites de velocidad, prohibición de rebase, peso máximo, etc. Incluye señales de kilometraje (SPI) para indicar el avance progresivo.	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Capítulo 7
Informativas (SI)	Señales con fondo verde que proporcionan orientación al usuario, incluyendo: identificación de destinos, distancias, nombres de	NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Capítulo 8

Tipo de Señal	Descripción	Normativa de referencia
	poblaciones y servicios. Se colocarán especialmente en el entronque con otras vialidades y a la entrada de Coicoyán de las Flores.	
Dispositivos de alineamiento horizontal	Elementos como delineadores verticales (captaluces) y tubos guía, colocados en los bordes del camino y en curvas para mejorar la visibilidad nocturna y guiar al conductor.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 4

Señalamiento Horizontal (Marcas en el Pavimento)

Concepto	Descripción	Normativa de referencia
Raya separadora de carriles central (continua)	Línea continua de 10 cm de ancho, pintada en color amarillo, para indicar que no se debe invadir el carril contrario. Se colocará en curvas, tramos con pendiente y donde la visibilidad sea reducida.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3

Concepto	Descripción	Normativa de referencia
Raya separadora de carriles central (discontinua)	Línea discontinua de 10 cm de ancho, pintada en color amarillo, en tramos rectos con visibilidad suficiente donde se permite el rebase controlado.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3
Rayas laterales (continua)	Línea continua de 10 cm de ancho, pintada en color blanco, en ambos bordes de la calzada para delimitar el ancho del camino y guiar al conductor.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3
Rayas de abrevadero (guias en curvas)	Líneas continuas pintadas en el interior de las curvas para reforzar la trayectoria segura en curvas con grado de curvatura alto.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3
Indicadores de curvas peligrosas (marcas en pavimento)	Símbolos y leyendas pintados en el pavimento (ej. flechas de dirección) para advertir la proximidad de una curva pronunciada.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3
Señalamiento de kilometraje en pavimento	Números pintados en el pavimento cada kilómetro para indicar el avance.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 3

Dispositivos de Protección y Guía

Concepto	Descripción	Normativa de referencia
Captaluces tipo ojo de gato (delineadores)	Dispositivos reflectantes colocados en las rayas laterales y en la raya central en curvas, para mejorar la visibilidad nocturna.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 4
Indicadores de curva peligrosa tipo flecha (CF-1)	Señales verticales con flecha direccional en fondo amarillo, colocadas en el exterior de curvas de radio reducido.	Manual de Señalización 2023, Capítulo 4

Obras de Drenaje

Contexto hidrológico

El subtramo en estudio (km 15+500 al 17+473.30) se desarrolla en su totalidad sobre la zona de un parteaguas, lo que significa que el camino discurre por la parte más alta de la divisoria de aguas. Esta condición topográfica es particularmente favorable para el drenaje superficial, ya que no existen cruces de corrientes permanentes ni arroyos intermitentes que atraviesen el trazo.

Derivado del análisis de escurrimiento pluvial y del estudio hidrológico de la zona, se determinó que las únicas aportaciones de agua a la corona del camino provienen de:

- La precipitación directa sobre la calzada y sus taludes.

- Los escurrimientos superficiales provenientes de las laderas superiores, que en este caso son mínimos debido a la condición de parteaguas.

Obras proyectadas

Una vez analizadas las cuencas de aportación, los gastos de diseño y la topografía del terreno, se determinó que solo son necesarias **2 obras de drenaje transversal** para garantizar la estabilidad y funcionalidad del camino. Ambas obras consistirán en tuberías de concreto reforzado que permitirán el paso controlado del agua de lluvia de un lado a otro del camino, evitando la acumulación en cunetas y la posible erosión de la plataforma.

A continuación, se detallan las características de cada una:

Concepto	Obra de Drenaje No. 1	Obra de Drenaje No. 2
Ubicación aproximada	Km 16+200	Km 16+850
Tipo de obra	Alcantarilla transversal	Alcantarilla transversal
Material	Tubo de concreto reforzado (TCR)	Tubo de concreto reforzado (TCR)
Diámetro	1.20 m	1.20 m
Longitud total estimada	12.00 m (incluye longitud bajo calzada + cabezales)	14.00 m (incluye longitud bajo calzada + cabezales)
Función principal	Cruce de escurrimiento pluvial concentrado en ladera este	Cruce de escurrimiento pluvial concentrado en ladera oeste
Tipo de cabezales	De concreto, tipo ala (para entrada y salida)	De concreto, tipo ala (para entrada y salida)
Obras complementarias	Disipadores de energía a la salida, protección con enrocado	Disipadores de energía a la salida, protección con enrocado

Para su definición, se realizó un recorrido de campo con el fin de caracterizar los escurrimientos que cruzan o podrían afectar la vialidad. Durante este reconocimiento, se recabó información sobre el tipo de suelo, las condiciones del cauce (su morfología, arrastre y pendiente), y otros datos necesarios para determinar la solución de drenaje más adecuada. Ver siguiente imagen:

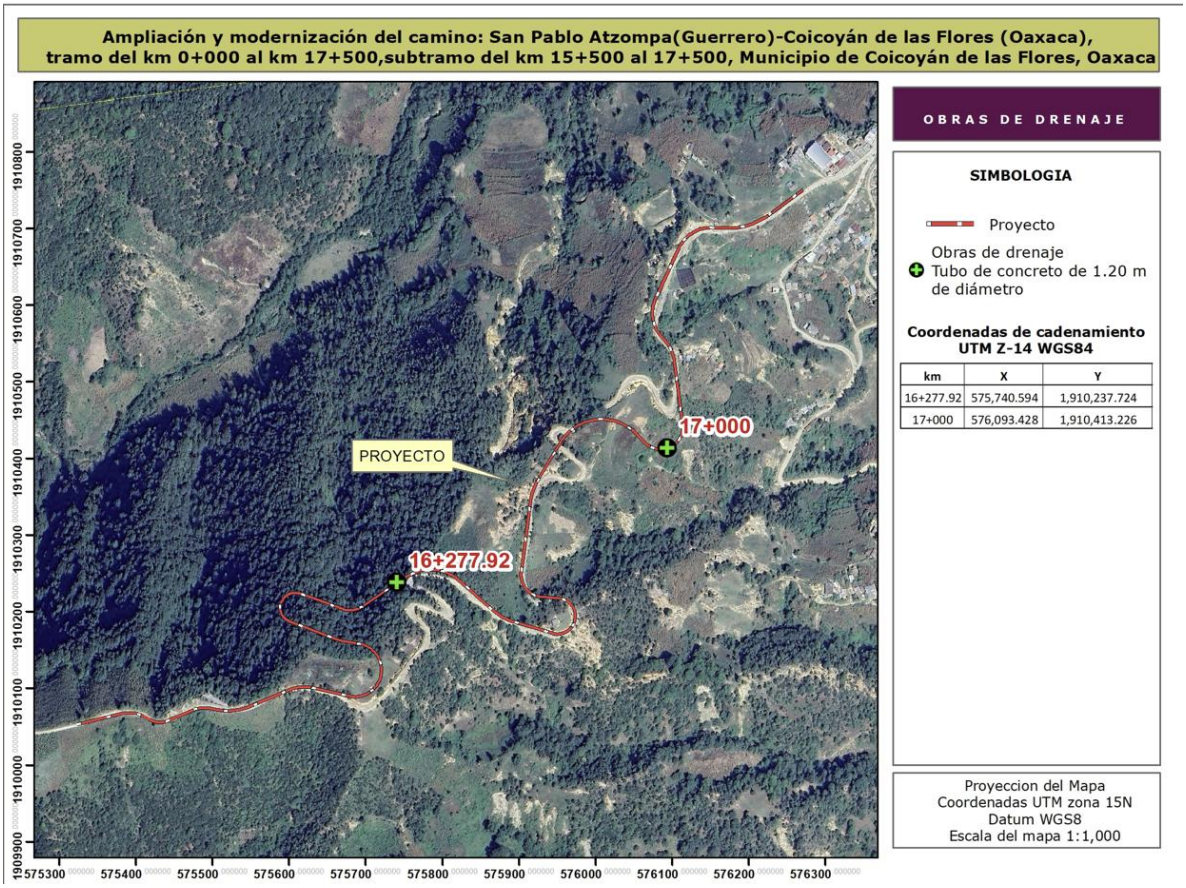


Ilustración 4.1 Obras de drenaje.

En el siguiente cuadro se presentan coordenadas de obras de drenaje (Se presentan en formato Excel en digital (carpeta soporte).

No.	ESTACIÓN	OBRA PROPUESTA	x	y
1	16+277.92	TUBO DE CONCRETO REF. DE 1.20 M. DE DIAM.	575,740.594	1,910,237.724
2	17+000.00	TUBO DE CONCRETO REF. DE 1.20 M. DE DIAM.	576,093.428	1,910,413.226

Objetivo General del Proyecto

Modernizar y pavimentar un subtramo de 1,973.30 metros del camino que conecta San Pablo Atzompa (Guerrero) con la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores (Oaxaca), transformando la actual terracería de 5.00 m de ancho en un camino pavimentado tipo "E" de 6.00 m de calzada, que cumpla con las normas vigentes de la SICT y proporcione condiciones seguras, funcionales y duraderas para el tránsito de la región.

Objetivos Específicos

- Mejorar las condiciones geométricas del camino existente, mediante ampliaciones de corona, sobreelevaciones en curvas horizontales y corrección de pendientes, para alcanzar una velocidad de proyecto de 30 km/h con grado de curvatura máximo de 60° y pendiente máxima de 12%.
- Proporcionar una estructura de pavimento adecuada, compuesta por 20 cm de subrasante, 15 cm de base hidráulica y 5 cm de carpeta de concreto hidráulico, que garantice la capacidad de soporte y durabilidad requerida para un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 vehículos.
- Garantizar el correcto funcionamiento hidráulico del camino, mediante la construcción de dos obras de drenaje transversal con tubería de concreto reforzado de 1.20 m de diámetro, complementadas con cunetas revestidas y bajadas de agua, que permitan el manejo adecuado de los escurrimientos pluviales en esta zona de parteaguas.

- Incorporar dispositivos de señalamiento horizontal y vertical conforme a la normativa NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización 2023, incluyendo señales preventivas, restrictivas, informativas, marcas en el pavimento y dispositivos de alineamiento, para maximizar la seguridad de los usuarios.
- Ejecutar los volúmenes de terracerías necesarios (140,021 m^3 de movimiento de materiales) para conformar la plataforma del camino, aprovechando al máximo los materiales producto de los cortes en la formación de terraplenes y disponiendo el material excedente en sitios autorizados.
- Proporcionar una vía de comunicación permanente y segura que beneficie directamente a las comunidades de la región, reduciendo los tiempos de traslado, mejorando la accesibilidad a servicios básicos y fomentando el desarrollo económico local.

Beneficiarios y justificación social

La obra beneficiará directamente a los habitantes de la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores y las comunidades aledañas, así como a la población de San Pablo Atzompa, Guerrero, que utiliza este camino como vía de comunicación interestatal. Al tratarse de un proyecto promovido por el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), se reconoce la importancia de esta vía para el desarrollo de las comunidades indígenas de la región Mixteca y la Sierra Norte de Oaxaca.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

Con el propósito de contar con una información más clara de la naturaleza del proyecto de presenta la siguiente tabla:

Naturaleza del proyecto	Descripción
Nota: El proyecto denominado **"Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca"** fue definido contractualmente con base en la información disponible previa al inicio de los trabajos. Sin embargo, durante la etapa de levantamiento topográfico de campo, se determinó con precisión que la longitud real del subtramo comprendido entre el km 15+500 y el punto final del camino existente es de **17+473.30**, es decir, 26.70 metros menos que el kilometraje estimado originalmente. Esta discrepancia se debe a que el kilometraje de referencia se estableció a partir de planos o datos previos que no consideraban la configuración exacta del terreno, la cual fue corregida mediante el levantamiento en campo con equipos de alta precisión. La diferencia es mínima (aproximadamente 0.15% de la longitud total del subtramo) y no altera el alcance ni los objetivos del proyecto, ya que los trabajos de estudio y diseño se enfocan en la infraestructura existente hasta su término físico. Por razones administrativas y contractuales, se ha optado por mantener el nombre original del proyecto, ya que este está vinculado a los documentos legales y financieros, y cualquier modificación podría generar confusiones o retrasos en la gestión. Además, el nombre refleja el tramo completo contratado, aunque la longitud real ajustada sea ligeramente inferior, lo cual es una práctica común en proyectos carreteros debido a las variaciones propias de los levantamientos topográficos. En resumen, el nombre del proyecto se conserva por coherencia contractual, mientras que la longitud real evaluada (km 17+473.30) se documenta en los estudios técnicos y planos correspondientes, garantizando la precisión necesaria para la ejecución de las obras.	
Obra nueva	No

Ampliación/o modificación	Ampliación y modernización
Rehabilitación y/o apertura	-
Obras complementarias	Habilitará un área de servicios

Aplica la evaluación en materia de Evaluación de impacto ambiental por lo señalado en el inciso ----- del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.

LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL1 TITULO PRIMERO DEL REGIMEN ADMINISTRATIVO DE LOS CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

CAPITULO I DEL AMBITO DE APLICACION DE LA LEY 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 Artículo 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 reformado DOF 25-10-2005

Artículo 2o.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: I. Caminos o carreteras: a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero. b)

[1] ct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/Juridico/leyes/Ley_de_Caminos_Puentes_y_Autotransporte_Federal.pdf

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. II. Carta de Porte: Es el título legal del contrato entre el remitente y la empresa y por su contenido se decidirán las cuestiones que se susciten con motivo del transporte de las cosas; contendrá las menciones que exige el Código de la materia y surtirá los efectos que en él se determine. En este sentido el proyecto se pretende ejecutar con recurso federal.

Descripción

Modernizar y pavimentar un subtramo de 1,973.30 metros del camino que conecta San Pablo Atzompa (Guerrero) con la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores (Oaxaca), transformando la actual terracería de 5.00 m de ancho en un camino pavimentado tipo "E" de 6.00 m de calzada, que cumpla con las normas vigentes de la SICT y proporcione condiciones seguras, funcionales y duraderas para el tránsito de la región.

Justificación técnica y social

El camino existente entre San Pablo Atzompa (Guerrero) y Coicoyán de las Flores (Oaxaca) se encuentra actualmente a nivel de terracerías, con un ancho promedio de 5.00 metros. Esta condición presenta limitaciones técnicas significativas:

- **Capacidad insuficiente:** El ancho de 5.00 m no permite el cruce seguro de dos vehículos, especialmente en curvas y tramos con poca visibilidad.
- **Geometría deficiente:** El trazo actual no cumple con las especificaciones de proyecto en cuanto a radios de curvatura, peraltes y pendientes, lo que genera condiciones de operación inseguras, particularmente en terreno montañoso.
- **Estructura inadecuada:** Al ser una terracería, la superficie de rodamiento es susceptible a erosión, formación de baches, pérdida de

material en temporada de lluvias y generación de polvo en temporada de secas, afectando la comodidad y seguridad del usuario.

- **Drenaje insuficiente:** La ausencia de obras de drenaje adecuadas provoca que los escurrimientos pluviales erosionen la corona y los taludes, generando deterioro progresivo y, en casos extremos, la pérdida parcial de la vía.

El municipio de Coicoyán de las Flores se localiza en la región Mixteca de Oaxaca, una de las zonas con mayores índices de marginación y pobreza del país. Según datos del CONEVAL, la población presenta:

- Altos niveles de rezago social.
- Acceso limitado a servicios básicos de salud y educación.
- Actividades económicas predominantes: agricultura de subsistencia y comercio local.
- Población mayoritariamente indígena (mixtecos), con lenguas y tradiciones propias.

La cabecera municipal de Coicoyán de las Flores es el centro de servicios más importante para las comunidades de la región, concentrando:

- Centro de salud y clínicas.
- Escuelas de nivel básico y medio superior.
- Mercado municipal y comercios.
- Oficinas gubernamentales (registro civil, DIF, etc.).
- Servicios financieros básicos.

Objetivo General del Proyecto

Modernizar y pavimentar un subtramo de 1,973.30 metros del camino que conecta San Pablo Atzompa (Guerrero) con la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores (Oaxaca), transformando la actual terracería de 5.00 m de ancho en un camino pavimentado tipo "E" de 6.00 m de calzada, que cumpla con las normas vigentes de la SICT y proporcione condiciones seguras, funcionales y duraderas para el tránsito de la región.

Objetivos Específicos

- Mejorar las condiciones geométricas del camino existente, mediante ampliaciones de corona, sobreelevaciones en curvas horizontales y corrección de pendientes, para alcanzar una velocidad de proyecto de 30 km/h con grado de curvatura máximo de 60° y pendiente máxima de 12%.
- Proporcionar una estructura de pavimento adecuada, compuesta por 20 cm de subrasante, 15 cm de base hidráulica y 5 cm de carpeta de concreto hidráulico, que garantice la capacidad de soporte y durabilidad requerida para un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 vehículos.
- Garantizar el correcto funcionamiento hidráulico del camino, mediante la construcción de dos obras de drenaje transversal con tubería de concreto reforzado de 1.20 m de diámetro, complementadas con cunetas revestidas y bajadas de agua, que permitan el manejo adecuado de los escurrimientos pluviales en esta zona de parteaguas.
- Incorporar dispositivos de señalamiento horizontal y vertical conforme a la normativa NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 y el Manual de Señalización 2023, incluyendo señales preventivas, restrictivas, informativas, marcas en el pavimento y dispositivos de alineamiento, para maximizar la seguridad de los usuarios.

- Ejecutar los volúmenes de terracerías necesarios (140,021 m^3 de movimiento de materiales) para conformar la plataforma del camino, aprovechando al máximo los materiales producto de los cortes en la formación de terraplenes y disponiendo el material excedente en sitios autorizados.

Proporcionar una vía de comunicación permanente y segura que beneficie directamente a las comunidades de la región, reduciendo los tiempos de

traslado, mejorando la accesibilidad a servicios básicos y fomentando el desarrollo económico local.	
Inversión	El presupuesto total del proyecto asciende a $38,624,684.15 M.N. (Treinta y ocho millones seiscientos veinticuatro mil seiscientos ochenta y cuatro pesos 15/100 M.N.), desglosado de la siguiente manera: Partida Importe Terracerías: $18,769,211.69 Pavimento: $5,630,438.57 Estructuras y Obras de Drenaje: $7,557,420.21 Señalamiento: $1,340,071.04 SUBTOTAL: $33,297,141.51 16% I.V.A. $5,327,542.64 MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO: **$38,624,684.15**
Políticas de crecimiento a futuro	No existen planes de ampliación de la obra ni a corto, mediano y largo plazo.

II.1.2 Ubicación física

El presente estudio y proyecto comprende la ampliación y modernización de un subtramo del camino que comunica a la localidad de San Pablo Atzompa (Guerrero) con Coicoyán de las Flores (Oaxaca), en el distrito Mixe en la región Sierra Norte.

El subtramo en estudio abarca del km. 15+500 al km. 17+473.30 en el estado de Oaxaca.

El km. 15+500 se ubica en las coordenadas UTM: x: 575,322.899, y: 1,910,053.010 al oeste de Coicoyán de las Flores, y el camino se desarrolla

en terreno montañoso y muy escarpado en dirección noreste, hacia la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores.

El km. 17+473.30 se ubica en la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores, en las coordenadas geográficas UTM: x: 576,270.864, y: 1,910,750.789 en donde inicia el pavimento de concreto hidráulico.

Localización

El municipio de Coicoyán de las Flores se encuentra localizado en la zona noroeste del estado y en el límite con el estado de Guerrero. Forma parte de la región mixteca oaxaqueña y del distrito de Juxtlahuaca.

Su extensión territorial es de 126.51 kilómetros cuadrados. Sus coordenadas geográficas extremas son 17°07' - 17°19' de latitud norte y 98°08' - 98°20' de longitud oeste. Su altitud varía desde los 600 hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el municipio de San Martín Peras; al este y sur, con el municipio de Santiago Juxtlahuaca; y al oeste, con el estado de Guerrero, en particular con el municipio de Alcozauca de Guerrero y con el municipio de Tlacoachistlahuaca.

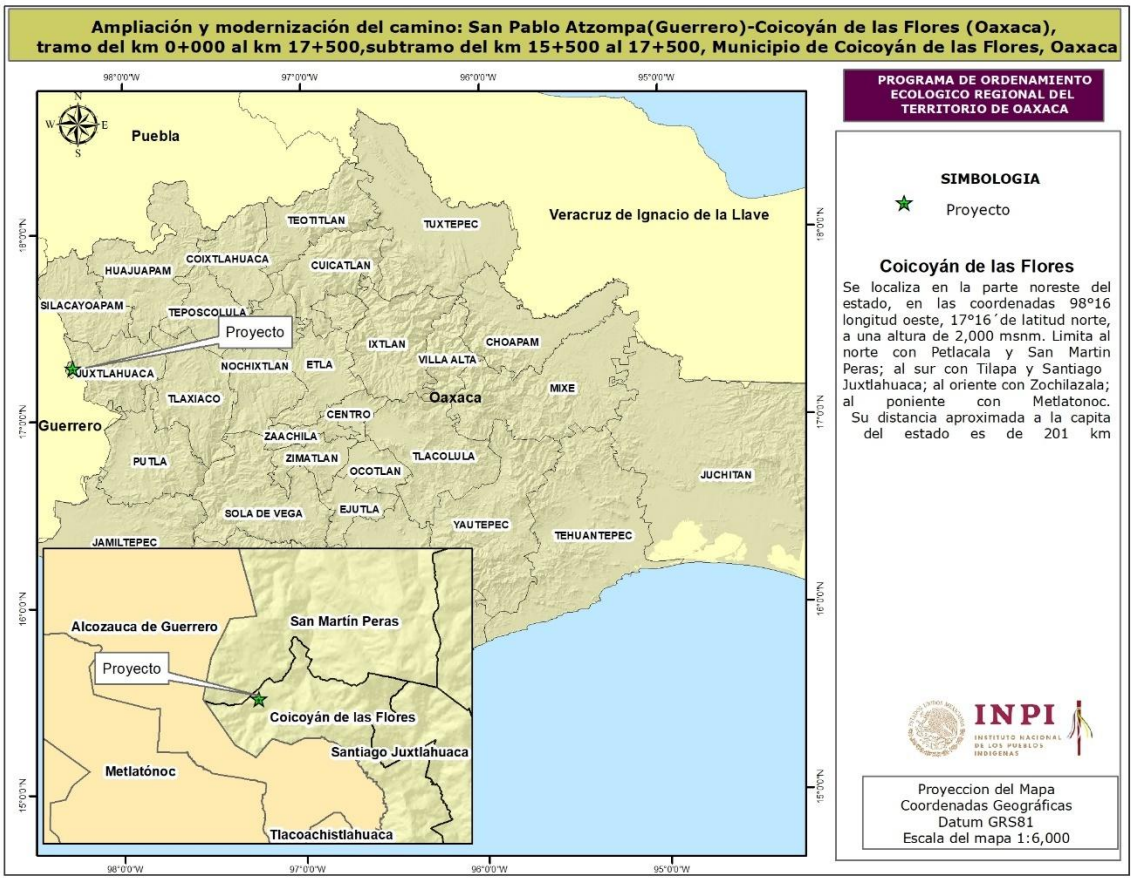


Ilustración 4 Macro localización, dentro del Estado de Oaxaca.

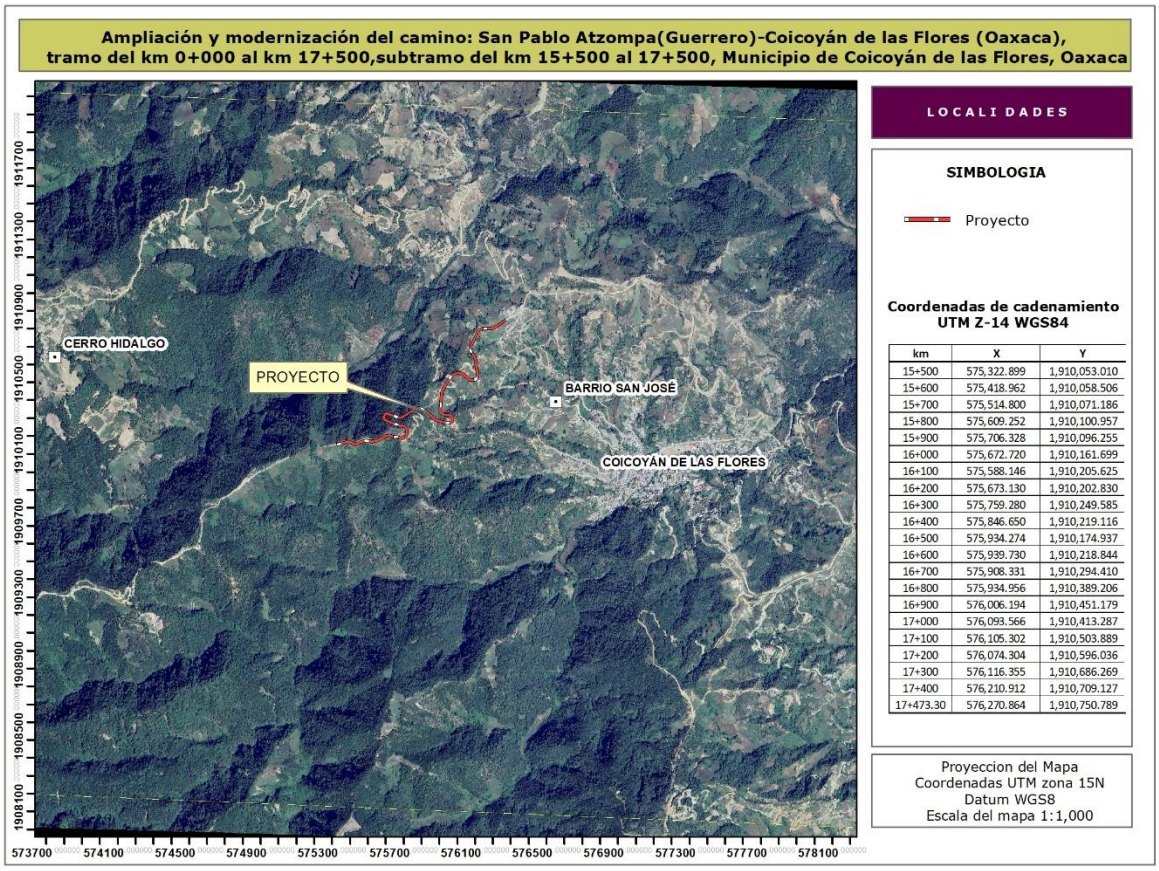


Ilustración 5 Micro localización y localidades beneficiadas.

Cuadro 3 Coordenadas del eje del proyecto

km	X	Y
15+500	575,322.899	1,910,053.010
15+600	575,418.962	1,910,058.506
15+700	575,514.800	1,910,071.186
15+800	575,609.252	1,910,100.957
15+900	575,706.328	1,910,096.255
16+000	575,672.720	1,910,161.699
16+100	575,588.146	1,910,205.625
16+200	575,673.130	1,910,202.830
16+300	575,759.280	1,910,249.585
16+400	575,846.650	1,910,219.116
16+500	575,934.274	1,910,174.937
16+600	575,939.730	1,910,218.844
16+700	575,908.331	1,910,294.410
16+800	575,934.956	1,910,389.206
16+900	576,006.194	1,910,451.179
17+000	576,093.566	1,910,413.287
17+100	576,105.302	1,910,503.889
17+200	576,074.304	1,910,596.036
17+300	576,116.355	1,910,686.269
17+400	576,210.912	1,910,709.127
17+473.30	576,270.864	1,910,750.789

Superficies de obra:

En la siguiente tabla se muestra las superficies del proyecto:

Superficie SA: 1,023.78 ha

Area de proyecto/Superficie de obra permanente:2.8046

Área de influencia: 37.15 ha

Longitud del camino: 1.9733 kilómetros

Superficie de desmonte:0.886 has.

II.1.4 Inversión requerida

Tipo de recurso: El presente proyecto de ampliación y modernización del camino que conecta la localidad de San Pablo Atzompa (Guerrero) con la cabecera municipal de Coicoyán de las Flores (Oaxaca) será ejecutado con

recursos de origen federal, provenientes del Ramo General 33 "Aportaciones Federales para Entidades Federativas y Municipios", específicamente del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), o bien de programas presupuestarios destinados al desarrollo de regiones con población indígena y alta marginación.

La asignación de recursos federales para este tipo de obras se fundamenta en:

La Ley de Coordinación Fiscal, que establece la distribución de participaciones y aportaciones federales a los estados y municipios.

El Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) del ejercicio fiscal correspondiente, que autoriza partidas específicas para infraestructura social básica en comunidades indígenas.

Los Lineamientos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), que priorizan proyectos que contribuyan a mejorar la conectividad, el acceso a servicios básicos y el desarrollo económico de las zonas de atención prioritaria.

La naturaleza federal de los recursos implica que su ejercicio deberá sujetarse a la normatividad aplicable en materia de planeación, contratación, ejecución, comprobación y transparencia, incluyendo la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE OBRA

HOJA 1 DE 1

NO.		DESCRIPCION	IMPORTE
		RESUMEN POR PARTIDAS	
		TERRACERIAS	$18,769,211.69
		PAVIMENTO	$5,630,438.57
		ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE	$7,557,420.21
		SEÑALAMIENTO	$1,340,071.04
		SUBTOTAL	$33,297,141.51
		16% DEL I.V.A.	$5,327,542.64
		MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO	$38,624,684.15
		(TREINTA Y SEIS MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y TRES PESOS 08/100 M.N.)	

El

El presupuesto total del proyecto asciende a $38,624,684.15 M.N. (Treinta y ocho millones seiscientos veinticuatro mil seiscientos ochenta y cuatro pesos 15/100 M.N.), desglosado de la siguiente manera:

Partida	**Importe**
Terracerías:	$18,769,211.69
Pavimento:	$5,630,438.57
Estructuras y Obras de Drenaje:	$7,557,420.21
Señalamiento:	$1,340,071.04
SUBTOTAL:	$33,297,141.51
16% I.V.A.	$5,327,542.64
MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO	$38,624,684.15

Además, se asigna el 17.5% del monto total de la obra el cual es de $6,759,319.73

Concepto	Porcentaje Sugerido	Justificación Técnica y Legal
Medidas Preventivas	**2.5%**	Debido a las características de la zona será necesario la delimitación precisa de áreas de despalme, protección de árboles fuera del derecho de vía, capacitación a trabajadores (LGEEPA arts. 28, 30).
Medidas de Mitigación	**5%**	La condición de parteaguas y terreno montañoso exige obras complementarias para control de erosión (barreras, sedimentadores) y manejo de taludes (NOM-120-SEMARNAT-2020). El movimiento de 140,021 m^3 de materiales requiere control estricto de azolves y escurrimientos.
Medidas de Compensación	**10%** (o superficie equivalente 2:1)	La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (arts. 117-120) exige compensar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Considerando 3.2 ha de desmonte + afectación indirecta, se sugiere una compensación mínima de 6 a 10 ha mediante reforestación o pago por servicios ambientales en la misma región.

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.

El presente proyecto de ampliación y modernización del camino que conecta San Pablo Atzompa (Guerrero) con Coicoyán de las Flores (Oaxaca) presenta una serie de características particulares que lo diferencian de una obra carretera convencional. Estas características abarcan aspectos técnicos, geográficos, normativos, sociales, ambientales y presupuestales, los cuales se detallan a continuación.

Aspectos Técnicos y Geométricos

Característica	**Descripción**
Tipo de camino	Camino rural tipo "E", diseñado para un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 vehículos, en terreno montañoso.
Longitud del subtramo	1,973.30 metros (del km 15+500 al km 17+473.30).
Ancho de calzada	6.00 metros (proyectado), partiendo de una terracería existente de 5.00 m.
Velocidad de proyecto	30 km/h, adecuada para las condiciones topográficas.
Grado de curvatura máximo	60°, lo que implica curvas cerradas propias de terreno montañoso.
Pendiente gobernadora	9%
Pendiente máxima	12%
Sobreelevación máxima	10% (peralte en curvas).
Mejoras geométricas	Se contemplan ampliaciones y sobreelevaciones en curvas horizontales para cumplir con las normas de seguridad.

En la siguiente imagen se presenta la sección Tipo del camino:

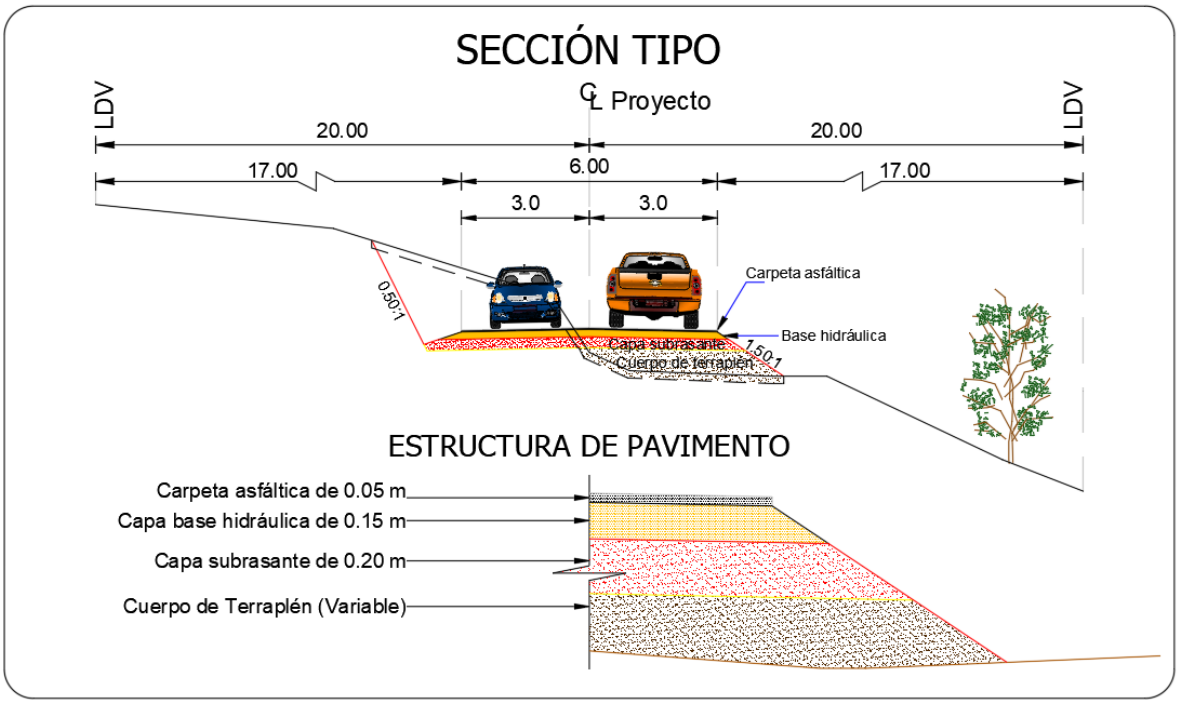


Ilustración 6 Sección tipo

II.2.1 Programa de trabajo

La duración del proyecto es de **un año seis meses** tomando en consideración los siguientes puntos: Permisos correspondientes para llevar a cabo la obra incluyendo el Manifiesto de impacto ambiental en su modalidad Regional. Así mismo el acto de fallo, en el que se asignada la ejecución de los trabajos (a través de concurso) coordinación correspondiente con el personal de la secretaría, para prever la firma del contrato. Una vez firmado el contrato respectivo, el personal designado de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes de la zona, coordina lo más pronto posible los documentos que se requieran para tener todo en orden, y se lleve a cabo el inicio de obra respectiva y se de apertura a la bitácora de obra correspondiente para este contrato, atendiendo las normas, firmas del contrato elaboración y presentación de la documentación

complementaria, programa de ejecución de obra, aprobación del equipo y metodología del control de calidad etc.

Esto incluye presentarse con la ronda de supervisión para la presentación del personal técnico y administrativo que se encargara de la dirección y administración de la obra, (súper intendente, residente de obra, técnicos de laboratorio, etc.). contratación de personal: con relación al personal la empresa cuenta con personal calificado y de experiencia en las actividades que desarrolla tanto en construcción, mantenimiento técnico y administrativo, complementándose con personal eventual, debidamente examinado y verificado su experiencia en las actividades a desarrollar y la organización de los trabajos.

Una vez en campo se recibe el tramo y se consideran las situaciones inmediatas a cubrir como suministro de insumos, trámite de liberación de bancos, convenios para pago de regalías, convenios con la unión de camioneros para los acarreos, ubicación en campo del campamento y oficinas de la empresa así como de instalaciones de campamentos y oficinas de campo, estableciendo el control de los frentes de trabajo, inicio del traslado de la maquinaria y equipo, instalación de los letreros nominativo de la obra de acuerdo a las dimensiones y leyenda que indique la dependencia. Preliminares: como pasos preliminares anuncios espectaculares, uno al inicio y otro al final de la obra.

Una vez detallado lo anterior se detalla el programa de ejecución de la obra:

Cuadro 4 Programa general de trabajo

Etapas del proyecto	Actividades	1 año												6 meses					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
preparacion del sitio	permisos																		
	desmonte																		
	despalme																		
	cortes y escavaciones																		
Construcción	terraplenes																		
	recubrimiento de taludes y zampeados																		
	rellenos																		
	obras de drenaje																		
	base hidraulica																		
	carpeta asfaltica																		
Operación y mantenimiento	Señalizacion y operación del camino																		
	retiro de instalaciones y maquinaria																		

El tiempo de vida útil del proyecto se estima de 20 años.

II.2.2 Representación gráfica regional.

La delimitación del área de estudio es importante, ya que los elementos físicos y biológicos que se encuentran contenidos en ella, serán analizados en función de las interacciones que se presenten entre éstos elementos con las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto.

La delimitación se realizó aplicando el criterio de topografía y morfología del terreno, el cual está directamente relacionado con la formación de los patrones de drenaje. Mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS), se procesó la capa de curvas de nivel (cada 20 m) obtenida de la carta INEGI (escala 1:50,000). Sobre esta base, y con el apoyo de las capas de hidrología y ubicación del proyecto, se identificó el parteaguas de la corriente hidrológica intermitente donde se emplazará el proyecto. El análisis reveló un terreno heterogéneo, clasificado dentro de la topoforma de Sierra, pero con pendientes medianas a fuertes que permitieron definir con precisión el área de aporte.

El resultado es un SAR delimitado que abarca una superficie de 1,023.78 hectáreas, clasificable como una microcuenca. Esta poligonal representa

una unidad geográfica homogénea y operativa, que constituye una expresión objetiva, inventariable y cartografiable del ecosistema donde se inserta el proyecto. Al estar definida por la interrelación de componentes físicos (relieve, drenaje), biológicos y antrópicos, esta microcuenca se erige como el ámbito espacial idóneo para analizar las interacciones ambientales, diagnosticar las condiciones base y pronosticar los impactos del proyecto, considerando las tendencias ambientales regionales.

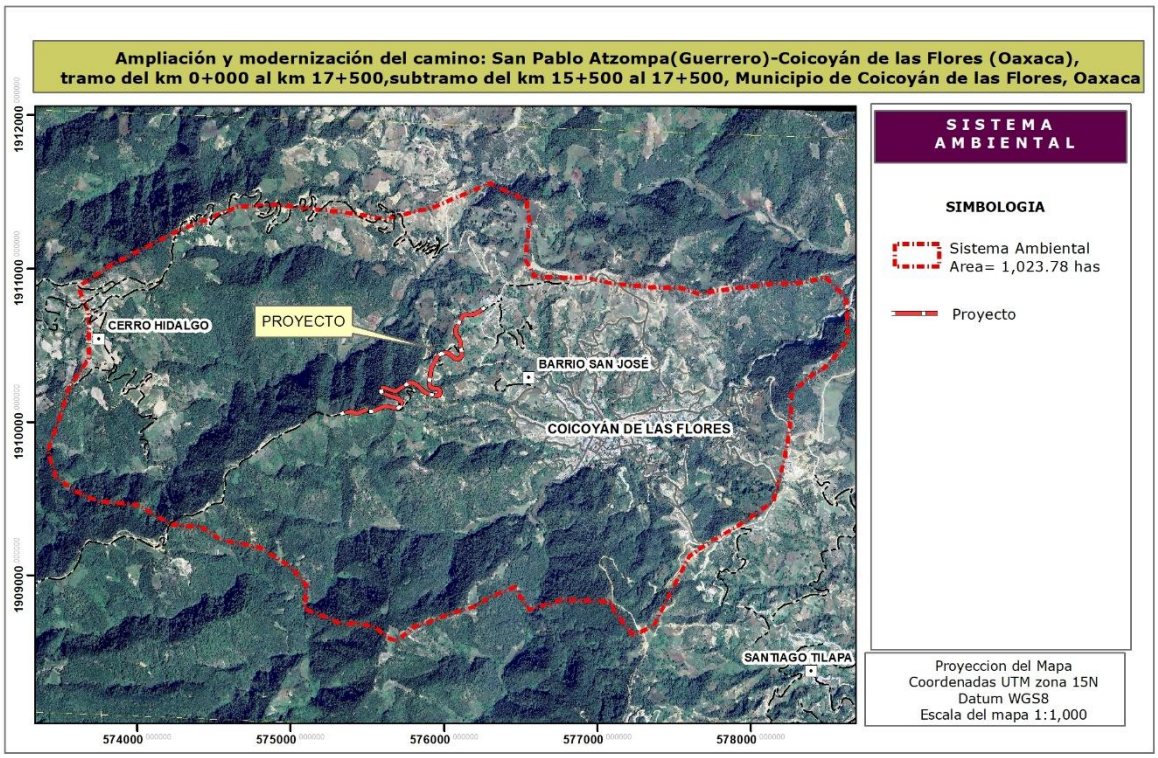


Ilustración 7 Sistema Ambiental Regional y ubicación del proyecto

II.2.3 Representación gráfica local

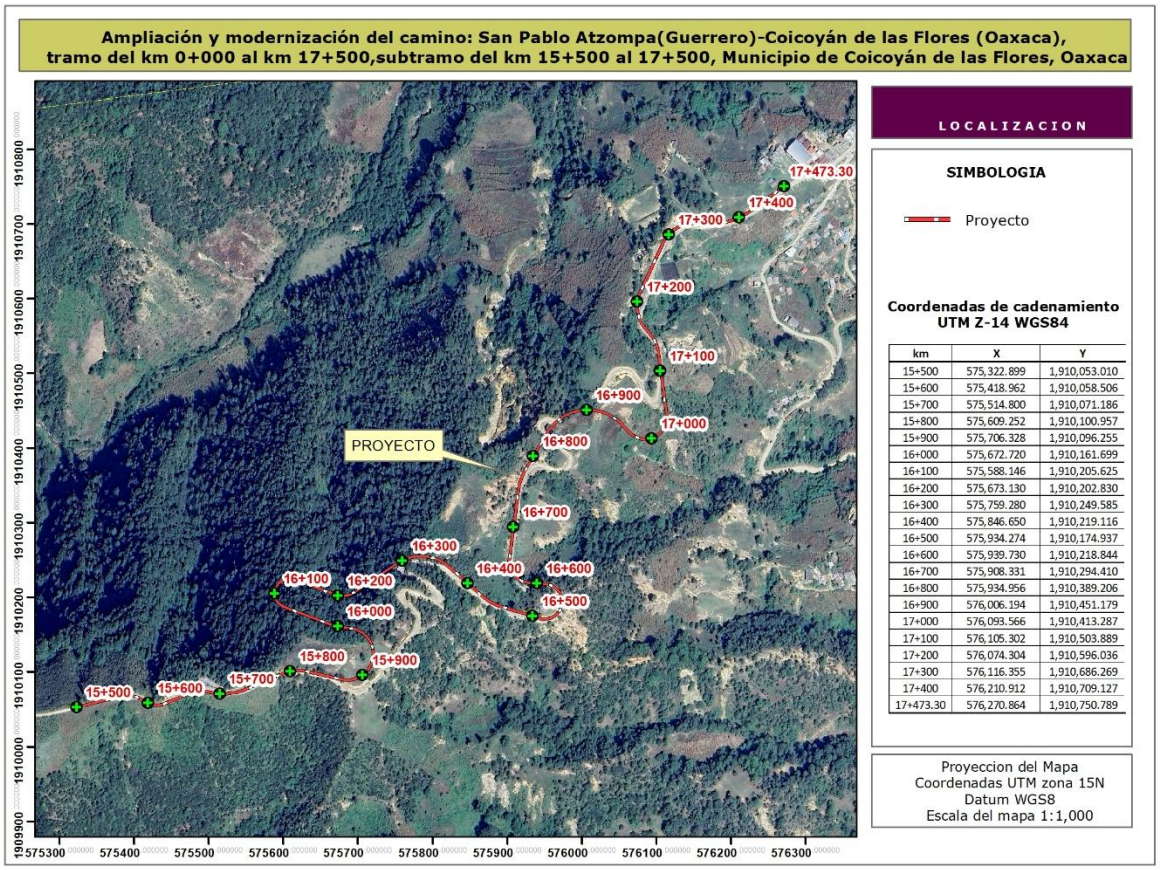


Ilustración 8 Micro localización del proyecto

II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Esta etapa comprende todas las acciones necesarias obtener los permisos correspondientes para liberar el derecho de vía, remover la vegetación, retirar la capa superficial del terreno y ejecutar las excavaciones requeridas para conformar la plataforma del camino, previo a la construcción de terraplenes, obras de drenaje y pavimentos.

Desmonte:
El desmonte consiste en la remoción total de la vegetación existente en el área que ocupará el camino, incluyendo taludes, zonas de préstamo y áreas auxiliares. Al tratarse de **zona de bosque**, la actividad se ejecuta con especial cuidado para minimizar afectaciones innecesarias y cumplir con la normativa ambiental.

Actividades específicas:

Subactividad	Descripción
Tala	Derribo controlado de árboles de gran tamaño, utilizando motosierra o maquinaria, con dirección de caída orientada para evitar daños a vegetación adyacente.
Roza	Corte y retiro de vegetación menor (arbustos, matorrales, hierbas) en toda la superficie por desmontar.
Desenraice	Extracción de raíces y tocones para liberar completamente el terreno y evitar que materia orgánica quede enterrada, lo que podría generar asentamientos diferenciales.
Limpia	Recolección y retiro de todo el material vegetal resultante (troncos, ramas, hojarasca).
Disposición final	El material vegetal se acopia y se entrega a las comunidades (para leña o aprovechamiento local) o se deposita en sitios autorizados. No se permite quema.

Despalme

El despalme consiste en la remoción de la capa superficial del terreno (primeros 20 cm de espesor), la cual contiene material orgánico, raíces residuales y, en este caso, la carpeta de rodamiento del camino de terracería existente. Esta capa no es apta para soportar cargas ni para formar parte de terraplenes, por lo que se desperdicia.

Cortes y excavaciones

Esta actividad agrupa todas las excavaciones necesarias para alcanzar los niveles de proyecto, formar la plataforma, ampliar el camino en curvas, rebajar la corona existente y abrir espacios para obras de drenaje y estructuras. Se clasifican según el destino del material y la ubicación.

Etapa de construcción:

Esta etapa comprende todas las acciones necesarias para conformar la plataforma del camino, construir las obras de drenaje, colocar las capas del pavimento e instalar los dispositivos de seguridad, una vez que el terreno ha sido desmontado, despalmado y excavado.

Construcción de terraplenes:

Los terraplenes son estructuras de tierra compactada que se construyen en zonas donde el nivel de subrasante proyectado queda por encima del terreno natural. En este proyecto, se construyen con material producto de corte aprovechable.

Recubrimiento de taludes y zampeado

Consiste en la colocación de una capa de material (generalmente producto de despalme o suelo orgánico) sobre los taludes de corte y terraplén para protegerlos contra la erosión y favorecer el establecimiento de vegetación natural.

Rellenos

Los rellenos se ejecutan para ocupar las excavaciones realizadas para estructuras (alcantarillas, muros) una vez que éstas han sido construidas, utilizando material de banco seleccionado y compactado.

Obras de drenaje

Las obras de drenaje tienen como función captar, conducir y evacuar adecuadamente los escurrimientos pluviales para garantizar la estabilidad de la plataforma y la durabilidad del camino.

Formación de la base hidráulica

La base hidráulica es la capa granular que se coloca sobre la subrasante para distribuir las cargas del tránsito y proporcionar una superficie estable para la carpeta asfáltica.

Colocación de carpeta asfáltica

La carpeta asfáltica es la capa de rodadura del camino, elaborada con mezcla asfáltica en caliente, que proporciona una superficie lisa, resistente, impermeable y segura para los vehículos.

SEÑALIZACIÓN, OPERACIÓN, DESMANTELAMIENTO Y RETIRO

Esta etapa comprende todas las acciones necesarias para poner el camino en condiciones seguras de operación, instalar los dispositivos de señalización y protección, desmantelar las instalaciones temporales utilizadas durante la construcción, retirar la maquinaria y equipos, y entregar formalmente la obra.

II.2.5 Operación y mantenimiento

Esta etapa es crucial para la conservación y funcionalidad de la carretera. Una vez concluida la obra, es esencial implementar un programa de mantenimiento integral que incluya acciones preventivas, rutinarias, correctivas y, en su caso, de reconstrucción, para asegurar que la infraestructura funcione según lo diseñado. Las actividades se enfocan en dos aspectos fundamentales: la **conservación física de la carretera** y la gestión de los impactos derivados de la **operación y el tránsito vehicular**.

Para la **conservación** se programan trabajos periódicos como bacheo, limpieza y desazolve de cunetas, riegos de sello, chapeo, así como la limpieza, reparación y repintura del señalamiento vertical y horizontal.

En cuanto a la **operación**, se analizan y mitigan los impactos generados por la circulación de vehículos. Para el control de la **contaminación del aire y el ruido**, se propone establecer programas de reforestación y crear barreras vegetales que actúen como filtros; en zonas urbanas específicas, se analizará la necesidad de construir barreras acústicas con materiales absorbentes, pudiendo utilizarse excedentes de excavación. Adicionalmente, se implementarán medidas como la reducción de límites de velocidad y el desvío del tránsito pesado en horario nocturno en áreas urbanizadas.

Para prevenir la **contaminación del suelo y el agua**, se establecerá un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía, con instalación de depósitos de basura, junto con campañas de vigilancia para evitar la formación de basureros clandestinos. Asimismo, para el **mantenimiento del equilibrio hídrico y ecológico**, se realizarán labores de limpieza y desazolve de cunetas, retiro de escombros, control técnico especializado en el manejo de combustibles y asfaltos, y la construcción de obras de drenaje que mantengan los patrones hidrológicos superficiales.

Para reducir el **riesgo de accidentes**, se implementará un programa de seguridad vial que incluya procedimientos de emergencia, señalización e iluminación adecuada en puntos conflictivos, así como sistemas de comunicación. Las labores de mantenimiento del señalamiento se programarán, en la medida de lo posible, en horas de menor tránsito.

Finalmente, para minimizar la **contaminación y erosión del suelo**, se evitará el uso de herbicidas e insecticidas en la limpieza del derecho de vía. En su lugar, se construirán bermas, se suavizarán los cortes para reducir la superficie afectada, se dispondrá material fértil en áreas perturbadas y se inducirán procesos de sucesión natural *in situ*.

II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Para esta etapa la constructora deberá deshabilitar el área de obras temporales o servicios y dejarla en las condiciones originales.

II.2.7 Residuos.

Se busca corregir y prevenir la contaminación que pueden generar los residuos y serán parte integral del desempeño ambiental del proyecto, obra o actividad.

En primer lugar, nuestros esfuerzos han de ir encaminados a la reducción en peso, volumen o toxicidad del residuo: evitar en la medida de lo posible generar un residuo, y en el caso de residuos peligrosos, cambiar el compuesto o material que ha generado el residuo peligroso por otro que no lo genere o que derive un residuo menos peligroso. Ej. Cambiar un producto de limpieza tóxico por otro menos agresivo y/o biodegradable.

Llevar un control de las cantidades y tipos de residuos que se generan.
Si no podemos evitar la generación de un residuo, reutilizar en sitio si es posible.
Ej. Los folios utilizados por una sola cara, pueden ser utilizados de nuevo para tomar notas o documentos en borrador.

Intentar reciclar, esto es, transformar un residuo en un producto que se utilizará con un fin distinto o igual del original.

Si no se ha podido reciclar o reutilizar los residuos, una opción es su valoración, entendida como todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que pueden causar perjuicios para el medio ambiente.

Eliminar, como último recurso, mediante el depósito de residuos en el sitio fijado por la autoridad.

Elaborar un plan de Gestión de residuos tanto en el parque de maquinaria o bodega, en el que se definan los tratamientos y gestiones que se prevé en cada caso. La elaboración, puesta en marcha y el seguimiento del mismo se deberá de incluir un programa de seguimiento y control.

Informar a los trabajadores de las directrices a seguir, atribuyendo responsabilidades para la gestión de los residuos en la obra. En caso de duda sobre cómo tratar un determinado residuo consultar al responsable.

Estimar el volumen de cada tipo de residuo que se va a generar cada operación para su correcta gestión.

Recuperar y reutilizar residuos.

Disponer en las áreas de trabajo una zona temporal de almacenamiento de residuos.

Almacenar residuos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad: suelo impermeable (concreto o cemento) protegidos del sol y la lluvia en una zona ventilada dispuesto sobre un elemento o dispositivo que garantice una retención del residuo, cubeta o bordillo para evitar derrames, con el objeto de minimizar los riesgos en caso de accidente y/o incidente.

Colocar contenedores para cada tipo de residuos en los lugares adecuados para facilitar la participación de los trabajadores.

Identificar contenedores con etiquetas.

No mezclar residuos, separarlos en función de su código LER.

El aceite usado, filtros y otros del mantenimiento serán colectados y dispuestos en el sitio de residuos autorizado.

Los residuos sólidos deben disponerse y tratarse adecuadamente, sean éstos residuos domésticos de recolección municipal o residuos sólidos del proyecto.
Gestionar adecuadamente los residuos de manejo especial (restos de concreto, cemento, asfalto, llantas usadas, etc.) para evitar ocupaciones permanentes del suelo.

Toda obra o actividad debe contar con su Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos para cada una de las etapas del proyecto.

El plan deberá contemplar las medidas necesarias para las etapas de separación, recolección, almacenamiento, transporte y tratamiento y disposición final de los residuos.

Desde la planificación de las obras o proyectos, y en los respectivos planes de compra de materiales, debe procurarse el uso de materiales no contaminantes, inocuos o biodegradables y amigables con el ambiente.

II.2.8 Criterios para la Consolidación de Actividades en la Evaluación de Impactos Ambientales

Criterios para Consolidar Actividades

La decisión de cómo se agruparon las actividades para la evaluación presentadas en el apartado V, se basa en dos criterios principales, que pueden combinarse de la siguiente manera:

Criterio de Consolidación	Aplicación en tu Proyecto (Camino Coicoyán de las Flores)
Criterio Geográfico	Se agrupan **todas las actividades que ocurren en una misma área**. En tu caso, el subtramo del km 15+500 al 17+473.30. Aunque el desmonte, los cortes y la construcción de alcantarillas sean actividades distintas, ocurren en el mismo corredor y sus impactos se combinan en el ecosistema local.
Criterio Funcional	Se agrupan actividades que son **partes interdependientes de una misma obra**. Por ejemplo, el "desmonte" no tiene sentido sin el "despalme", y estos no tienen sentido sin la "construcción del terraplén". Son un *continuum* funcional para lograr la vialidad.

2. Relación con los Impactos Acumulativos (El Propósito de la Consolidación)

El objetivo de consolidar actividades es poder evaluar correctamente los **impactos acumulativos**. La **LGEEPA** (Artículo 3, fracción XX) define el impacto ambiental acumulativo como "*la suma de efectos** **ambientales que resulta de la realización de obras o actividades** que, considerados en forma individual, pueden ser insignificantes, pero en su conjunto resultan significativos".

Si evaluaras cada actividad por separado, podrías concluir erróneamente que el proyecto no tiene impactos significativos. La consolidación te permite responder preguntas como:

- **Erosión**
- **Pérdida de hábitat**
- **Afectación visual.**

3. Tipos de Actividades a Consolidar para tu Análisis

Para tu Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), deberás consolidar y analizar los impactos de:

1. **Actividades de Preparación del Sitio:**
    - Desmonte (tala, roza, desenraice).
    - Despalme.
    - Cortes y excavaciones (incluyendo ampliaciones y rebajes).
2. **Actividades de Construcción:**
    - Construcción de terraplenes.
    - Excavación para y construcción de obras de drenaje (alcantarillas, cunetas).
    - Formación de base hidráulica y carpeta asfáltica.
    - Instalación de señalamiento y defensas.
3. **Obras Asociadas (Inducidas o Conexas):**
    - Apertura y operación de **bancos de material** (para obtener base, subrasante y concreto). Si el caso o se comprara material a bancos autorizados.
    - Instalación y operación de **campamentos y patios de maquinaria**.
    - Disposición de materiales en **bancos de tiro**.
    - **Implicaciones Prácticas para tu Proyecto**

En ese sentido en el apartado V se tomaron cada una de estas consideraciones con el objetivo de **evaluar el proyecto como un sistema**, agrupando todas sus partes para identificar, prevenir y mitigar los impactos acumulativos y sinérgicos que podrían pasar desapercibidos si se analizara cada actividad de forma aislada.

En la siguiente Tabla se muestran las actividades consolidadas para la evaluación de impacto ambiental (Capítulo V).

Etapas del proyecto	Actividades
preparacion del sitio	permisos
	desmonte
	despalme
	cortes y escavaciones
Construcción	terraplenes
	recubrimiento de taludes y zampeados
	rellenos
	obras de drenaje
	base hidraulica
	carpeta asfaltica
Operación y mantenimiento	Señalizacion y operación del camino
	retiro de instalaciones y maquinaria

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

En el presente capítulo se muestra la vinculación jurídica o concordancia normativa del proyecto: **Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.** con los diferentes instrumentos normativos y de planeación (programas, leyes, ordenamientos, normas oficiales, etc.) aplicables en México tanto de nivel federal, estatal y/o municipal. Este análisis tiene por objetivo demostrar que el desarrollo del proyecto se sujeta a los lineamientos que estos establecen. Los instrumentos referidos son los siguientes:

III.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden federal.

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

Publicada en el DOF el 05 de febrero de 1917. Ultima reforma publicada en el DOF el 28 de mayo de 2021.

Ley Suprema del Estado Mexicano la cual establece el marco primordial bajo el cual se rige el Estado, definiendo y delimitando los poderes del gobierno, garantizando los derechos y libertades fundamentales de los ciudadanos, y estableciendo las reglas para el funcionamiento de las instituciones democráticas y la convivencia social. Posee un rango jerárquico superior a todos los instrumentos normativos del país. Siendo así, los Artículos que de manera general incidirán en la ejecución del proyecto son:

Cuadro 5 . Vinculación de la CPEUM con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 1°	Establece que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los tratados internacionales, prohibiendo toda discriminación.	El proyecto promueve la igualdad y la no discriminación al modernizar una vía de comunicación que permite mejorar el acceso a servicios básicos (salud, educación, comercio) para los habitantes de las localidades cercanas y en general del municipio de coicoyan de las Flores, reduciendo el aislamiento y marginación histórica.
Artículo 4°	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	La Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) es el instrumento que materializa este derecho. El proyecto se diseña bajo el principio de desarrollo sustentable, incorporando medidas para prevenir, mitigar y compensar impactos ambientales, garantizando el derecho a un ambiente sano.
Artículo 25	Establece la rectoría del Estado en el desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, fortaleciendo la soberanía de la Nación y su régimen democrático.	La modernización de la vía es una acción que materializa esta rectoría del Estado (en este caso el municipio) en materia de infraestructura para el desarrollo. El proyecto busca mejorar la conectividad regional y local, para mejorar la integración de la comunidad a las cadenas productivas y de servicios, y fortalecer la economía local, en concordancia con los objetivos del desarrollo nacional.

Artículo 27	La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Y que este tiene el derecho para regular el aprovechamiento de los recursos en beneficio de la sociedad.	El proyecto busca modernizar una infraestructura para hacer un uso más optimo y seguro de un bien de dominio público, así mismo contara con todos los permisos necesarios para poder realizarse y se sujetara a los lineamientos decretados para la correcta ejecución del mismo.

Es así que, el diseño y planificación del proyecto obedecen a un estricto respeto a los derechos humanos, así como al derecho a un medio ambiente sano. La obra es un instrumento para hacer efectivos otros derechos constitucionales como la igualdad, el desarrollo y la mejora en la calidad de vida, en un marco de utilidad pública, legalidad y transparencia.

III.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Publicada en el DOF el 28 de enero de 1988. Ultima reforma publicada en el DOF el 01 de enero de 2024.

La LGEEPA tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la preservación y protección de la biodiversidad; el establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación en materia ambiental, y el establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Por la naturaleza del proyecto este se vincula jurídicamente a la LGEEPA en los siguientes artículos:

Cuadro 6 Vinculación de la LGEEPA con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 1°	Propicia el desarrollo sustentable. Establece las bases para garantizar el derecho a un medio ambiente sano, la preservación y restauración del ambiente, la protección de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	El proyecto se alinea con el desarrollo sustentable al mejorar la conectividad y calidad de vida, minimizando los impactos ambientales, mediante un diseño vial conforme a la normatividad y un conjunto sólido de medidas de prevención, mitigación y compensación ecológica. Materializa el derecho a un ambiente sano al proteger los recursos naturales del área.
Artículo 15	Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: … 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 a asumir los costos que dicha afectación implique. …	La elaboración de esta MIA es el instrumento de prevención por excelencia. Mediante este documento con sus estudios se identifican los impactos potenciales y, desde la fase de diseño, integra soluciones de ingeniería y ambientalistas para prevenirlos o minimizarlos.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de	La presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental es para dar cumplimiento a lo señalado en esta artículo de la

	obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: … I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; … VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	LGEEPA y a la obligación legal para obras de vías generales de comunicación, siendo que la MIA se constituye como el instrumento de evaluación y prevención por excelencia; y así someter a evaluación en materia de impacto ambiental el proyecto: Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.
Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Con el objetivo de dar cumplimiento a lo establecido en este artículo se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto antes mencionado, documento que integra la información necesaria para tal fin.

Artículo 110	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: … II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. …	Para reducir y controlar la emisión de contaminantes de la atmosfera se realizarán acciones preventivas y de ser el caso correctivas en las fuentes móviles que se utilicen durante el proyecto. Para lo cual se llevará un estricto programa de mantenimiento preventivo de las fuentes móviles a fin de minimizar las emisiones a la atmósfera.
Artículo 113	No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Se establecerá una verificación periódica de las fuentes móviles que tengan emisiones a la atmosfera para evitar el rebasar los niveles máximos que establezcan las normas aplicables en esta materia y de ser el caso ejecutar acciones correctivas a fin de que se mantengan los parámetros de emisión dentro de la normatividad.
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: … II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; …	Se establecerá un programa constante para prevenir, controlar y reducir la generación de residuos durante el desarrollo del proyecto. Para lo cual se mantendrá una supervisión y capacitación constante al respecto. Para aquellos residuos que se generen durante el proyecto se les dará el correcto manejo y disposición en estricto apego a lo que dispongan la normatividad vigente y establecer medidas correctivas para de ser necesario aplicarlas para

		dar cumplimiento con lo que dictaminen los instrumentos normativos.
Artículo 155	… En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Durante la ejecución de la obra, se realizará un monitoreo constante a fin de prevenir y controlar la generación de energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, con la finalidad de que la generación de estos contaminantes no rebase los límites máximos permisibles de acuerdo con la normatividad aplicable. De igual manera de ser necesario se establecerán acciones correctivas para ejecutarlas y dar cumplimiento con lo que establece los instrumentos normativos.

Como se demuestra en el cuadro anterior, el proyecto dará cumplimiento a las disposiciones de la LGEEPA, bajo un enfoque de prevención, responsabilidad y sustentabilidad. Ya que desde su diseño y plan de ejecución incorporan los principios de protección ambiental, conservación de la biodiversidad y aprovechamiento racional de los recursos, lo cual también se demuestra con la elaboración de esta MIA, documento que funge como la evidencia técnica y legal de que el proyecto es viable ambientalmente.

III.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R-MEIA).

Publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014.

Este instrumento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Se vincula con el proyecto en los siguientes artículos:

Cuadro 7 Vinculación del R-MEIA el proyecto.

Artículo	**Que establece**	**Vinculación**
Artículo 5°	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: … B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, ……. O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de	El proyecto consiste en la ampliación y modernización de una vía de comunicación existente, actividad catalogada como de competencia federal. Por tanto, está obligado a obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental emitida por la SEMARNAT, por lo cual se hace la presentación de esta MIA en Modalidad Regional.

	comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;	
Artículo 9	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. …	Se presenta ante la Secretaría la manifestación de impacto ambiental en su modalidad Regional. Esta MIA contiene información relevante de los factores ambientales que pueden verse afectados por el proyecto y las medidas que deberán realizarse para prevenir, mitigar o restaurar los posibles daños ambientales que pudieran causarse.
Artículo 10	Las Manifestaciones de Impacto Ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o	Por las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta ante la Secretaría la

	II. Particular.	Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional
Artículo 13	La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	La Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta en su modalidad regional, contiene toda la información requerida en este artículo para dar cumplimiento al mismo y que esta sea evaluada como parte del proceso para obtener la autorización en materia ambiental para la ejecución del proyecto.

En este sentido, el proyecto se somete de manera voluntaria y formal al procedimiento de evaluación de impacto ambiental de competencia federal.

La presentación de esta MIA en Modalidad Regional demuestra el compromiso con el cumplimiento estricto de cada etapa del proceso. Siendo la MIA el instrumento técnico que materializa el principio de prevención, que busca garantizar que la obra se desarrolle en condiciones de sustentabilidad y responsabilidad ambiental.

III.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003. Última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo de 2023

Ley reglamentaria que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Para una obra de infraestructura como la proyectada, esto implica planificar, ejecutar y monitorear un manejo ambientalmente responsable de todos los residuos generados durante el desarrollo de esta. Por lo tanto, la LGPGIR tiene concordancia normativa con el proyecto en lo siguiente:

Cuadro 8 Vinculación de la LGPGIR con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 2	En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos	En la MIA-Regional se documentan las medidas para prevenir, minimizar y mitigar la generación de residuos, utilizando las mejores prácticas para ello; y con el total compromiso

	que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable; III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas; IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños; V. La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente,	de asumir los costos para un manejo integral de los residuos.

	tecnológicamente viable y económicamente factible;	
Artículo 18	Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el proyecto se subclasificaran conforme lo señala este Artículo, estableciendo contenedores señalados para cada uno de ellos, con la finalidad de poder realizar una gestión integral de estos. Se tendrán bitácoras para registrar la generación y gestión de estos residuos.
Artículo 19	Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: … VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; …	De igual manera de dispondrán contenedores especiales para el acopio de los residuos de manejo especial para su posterior gestión integral conforme a la normatividad vigente. Se tendrán bitácoras para registrar la generación y gestión de estos residuos.
Artículo 22	Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Durante el desarrollo del proyecto y por sus características se generarán residuos peligros, tales como aceites gastados por el mantenimiento de los vehículos automotores y maquinaría, solventes, materiales impregnados con estos residuos, etc.; por lo que la gestión de estos se hará conforme a lo dicta la normatividad vigente, contactando a prestadores de servicio acreditados por la autoridad ambiental y que cuenten con los permisos

		para el manejo y disposición de estos. Se tendrán bitácoras para registrar la generación y gestión de estos residuos.
Artículo 68	Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Durante el desarrollo de las obras y actividades del proyecto no se tiene contemplado involucrar el uso de sustancias peligrosas, así como la generación de residuos peligrosos. En caso de existir contaminación del suelo, se asumirá la responsabilidad y se realizarán las acciones necesarias para recuperar y reestablecer las condiciones del suelo, los residuos que generen serán manejados y puestos a disposición final por prestadores de servicios acreditados por la autoridad correspondiente.

El proyecto se alinea con los objetivos de la LGPGIR para garantizar una gestión de residuos preventiva, integral y de bajo impacto durante su ejecución; asumiendo el compromiso de ejecutar el Plan de Manejo en todas sus etapas, de capacitar al personal de obra en prácticas de minimización y segregación, y de mantener una bitácora y registros que evidencien el manejo adecuado de los residuos. Mantener una constante coordinación con autoridades municipales y con sitios de disposición final y/o reciclaje autorizados para asegurar el cierre correcto del ciclo de manejo. Siendo la gestión integral de residuos un componente ambiental esencial y transversal del proyecto. Su correcta implementación es fundamental para prevenir

impactos negativos en el suelo, el paisaje, los cuerpos de agua y la salud pública.

III.1.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR).

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.
El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Este reglamente se vincula con el proyecto en lo siguiente:

Cuadro 9 Vinculación del R-LGPGIR con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 6	Para impulsar la participación de productores, generadores, importadores y demás sectores sociales en la minimización de la generación de residuos peligrosos, se promoverá: I. La sustitución de los materiales que se empleen como insumos en los procesos que generen residuos peligrosos, por otros materiales que al procesarse no generen dicho tipo de residuos; II. El empleo de tecnologías que generen menos residuos peligrosos, o que no los generen,	El diseño constructivo y las especificaciones del proyecto consideran la minimización: optimización de cortes y rellenos, control de desperdicio en la mezcla asfáltica.
Artículo 83	El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:	Aun que durante el desarrollo del proyecto no se tiene contemplado

	I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.	la generación de residuos peligrosos. En el dado caso de su generación, para su correcto almacenamiento se seguirán los lineamientos que establece este artículo, para que lugar de depósito temporal cumpla con todas las especificaciones que describe este reglamento.
Artículo 84	Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Una vez envasados y almacenados los residuos peligrosos, estos serán puestos a disposición final con prestadores de servicios acreditados por la autoridad correspondiente.

En el desarrollo del proyecto se asume la responsabilidad de adoptar un enfoque proactivo en la gestión de los residuos que se generen, priorizando la prevención y minimización en la generación de residuos, procurando en todo momento realizar una adecuada gestión de estos conforme a las leyes, reglamentos y normas que apliquen.

III.1.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Última reforma publicada DOF 01-04-2024.

La LGCC es la ley mexicana que regula las políticas públicas para la mitigación y adaptación al cambio climático. Su objetivo es garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las emisiones de gases de efecto invernadero y establecer un marco legal para que el país pueda afrontar los efectos del cambio climático y avanzar hacia un desarrollo sostenible.
La vinculación normativa del proyecto con la LGCC es la siguiente:

Cuadro 10 Vinculación normativa de la LGCC con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 2	Esta Ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;	El proyecto incorpora medidas concretas para reducir emisiones durante su desarrollo e implementa medidas de adaptación con la finalidad de evitar o minimizar los impactos sobre la población y ecosistemas ante el cambio climático. La acciones y medidas a implementar buscan dar cumplimiento a los objetivos y principios de esta Ley, que son precaución, prevención y responsabilidad ambiental. Además se documentará en coordinación con autoridades municipales y estatales conforme al principio de concurrencia.

	IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad; VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.	
Artículo 26	En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	En este sentido, se gestionarán todas las autorizaciones necesarias y

	sustentabilidad, corresponsabilidad, precaución, prevención, adopción, integralidad y transversalidad, participación ciudadana, responsabilidad ambiental, economía circular, transparencia, conservación y progresividad	se implementarán las acciones primordiales para alinear el proyecto a los principios que se enuncian en este artículo y así contribuir a la mitigación del cambio climático.
Artículo 27	La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, …	En este sentido la presentación de la MIA para el proyecto: Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.

El proyecto en su diseño y plan de ejecución integran de manera transversal los criterios de mitigación y adaptación. La obra al mejorar la movilidad reduciendo las emisiones y aumentar la resiliencia del territorio, demuestra que el desarrollo infraestructural y la acción climática pueden y deben avanzar de la mano, protegiendo el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de la población, en línea con la visión de largo plazo que establece la LGCC para el año 2050. Por lo que se reafirma el compromiso de ejecutar la obra en estricto apego a este marco normativo, asegurando que los beneficios de la modernización vial contribuyan a un futuro bajo en carbono y resiliente para la región.

III.1.7. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Publicada en el DOF el 01 de diciembre de 1992. última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo de 2023.

Ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. La relación de la LAN con el proyecto es la siguiente:

Cuadro 11 Vinculación normativa de la LAN con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 7	Se declara de utilidad pública: … II. La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras. …	El proyecto no afectara de manera directa cauces o zonas federales, al no cruzar corrientes perennes.
Artículo 86 BIS 2	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales	El proyecto intercepta escorrentías intermitentes por lo que para cumplir con lo que estable este Artículo durante la ejecución del proyecto se mantendrá supervisión contante a fin de que se apliquen las medidas de prevención

	y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	para evitar se arroje basura o materiales que contaminen el agua del cauce. El manejo de los residuos solidos y líquidos que se llegaran a generar se hará de acuerdo con los lineamientos que establece la normatividad aplicable y como se enuncia en el proyecto. Bajo ninguna circunstancia se permitirá el arrojar basura fuera de los contenedores para tal fin.
Artículo 113	La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales; IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;	La traza y las obras de drenaje (tubería Ø1.20 m, cunetas, etc.) podrían interceptar cauces intermitentes o bienes nacionales; la MIA-R incorpora el estudio cartográfico e hidrológico que identifica cruces y declara que no se ocuparán bienes nacionales sin título; en caso de ocupación se solicitará la autorización o concesión correspondiente para dar cumplimiento con este artículo.
Artículo 113 Bis	. Quedarán al cargo de "la Autoridad del Agua" los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de las aguas nacionales y en sus bienes públicos inherentes. Será obligatorio contar con concesión para el aprovechamiento de los materiales referidos.	Se declara que no extraerá materiales pétreos (arena, grava, piedra) de cauces o zona federal para la obra; los agregados requeridos se obtendrán de canteras legalmente concesionadas o proveedores con título. Si fuese necesario extraer, el promovente tramitará la concesión conforme al Ar

El proyecto incorpora todos los elementos técnicos necesarios para dar cumplimiento a las disposiciones aplicables en materia de la LAN, por lo que no se ordenará o ejecutará modificación de algún cauce ni ocupación de zona federal sin autorización expresa de la CONAGUA.

III.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013. Última reforma publicada DOF 14-11-2025.

Establece que cualquier persona física o moral que cause un daño al ambiente es responsable de repararlo. Esta ley busca la reparación y compensación de los daños y se aplica a través de procesos judiciales, administrativos y mecanismos alternativos de solución de controversias. El daño ambiental se define como cualquier alteración negativa y mensurable de los hábitats, ecosistemas, recursos naturales o sus servicios. La concordancia normativa de esta ley con el proyecto es la siguiente:

Cuadro 12 Vinculación normativa de la LFRA con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 6°	No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe	La vinculación con este artículo que declarada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.

	preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	
Artículo 10	Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	En el dado caso que debido al desarrollo de las actividades del proyecto se ocasiones un daño al ambiente, se asumirá la responsabilidad de la reparación del daño o la compensación ambiental que proceda. Para evitar alguna eventualidad se mantendrá supervisión constante como medida de prevención.

Debido al desarrollo del proyecto se pudieran presentar situación que podrían poner en riesgo de contaminación algún elemento del ambiente natural, por lo que se establecerá un plan ambiental para prevenir y evitar en la medida de lo posible los daños al ambiente.

III.1.9. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993. Última reforma publicada DOF 16-07-2025

Esta Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. Su concordancia normativa con el proyecto: Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca. Es la siguiente:

Cuadro 13 Vinculación normativa de la LCPAF con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 1°	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 Artículo 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.	Por la naturaleza del proyecto Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca esta está contemplado dentro de la red federal, la LCPAF.
Artículo 2o.-	Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: I. Caminos o carreteras: a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero. b) Los que	El proyecto se pretende construir con recurso federal.

	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	
Artículo 5°	Jurisdicción y competencias: corresponde a la SICT planear, construir, otorgar concesiones, vigilar y fijar especificaciones técnicas (puede expedir normas oficiales mexicanas y actualizar clasificaciones).	El diseño geométrico y especificaciones técnicas del camino fueron elaborados conforme a las normas y manuales técnicos emitidos por la Secretaría (SICT/IMT). La MIA-R adjunta memorias de cálculo y referencias a manuales de proyecto que demuestran cumplimiento con las especificaciones que la SICT puede exigir. En caso de requerimiento de autorización por ser obra en derecho de vía federal, la promovente se sujetará a las condiciones técnicas que la Secretaría imponga.

La LCPAF es la norma rectoral para vías federales; se ha verificado mediante cartografía y consulta a autoridades que el trazo proyectado corresponde a una vía rural/municipal. Por tanto, la LCPAF no se aplica de forma directa a la mayor parte del proyecto. Con las comprobaciones cartográficas realizadas, los diseños técnicos elaborados conforme a las normas y manuales que la SICT establece y los compromisos administrativos (tramitar permisos, no ocupar derecho de vía federal sin autorización, adquirir materiales de proveedores autorizados), la MIA-R acredita la concordancia normativa con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal en los casos en que resulte aplicable. En los demás extremos —cuando la vía no es federal— la LCPAF se utiliza como referencia técnica y de procedimiento

para coordinar con la autoridad federal en las intersecciones que lo requieran.

III.1.10. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Publicada en el DOF el 03 de julio del 2000. Última reforma publicada en el DOF el 16 de julio de 2025.

La presente tiene por objetivo establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Este ordenamiento tiene vinculación con el proyecto en lo siguiente:

Cuadro 14 Vinculación normativa de la LGVS con el proyecto

Artículo	Que establece	Vinculación
Artículo 4°	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.	En el proyecto todo el personal involucrado, deberá observar una actitud de respeto y cuidado hacia la vida silvestre, evitando cualquier acto que la destruya, dañe o perturbe. Por lo que se capacitará (talleres y pláticas) al personal que labore en el proyecto para cumplir con lo mandado en este artículo, así como mantener una supervisión constante sobre esto.
Artículo 19	Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos,	Las medidas de prevención, el rescate de flora y fauna, y el programa de restauración propuestos, están dirigidos a proteger y restaurar el hábitat afectado por la

	piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	obra, alineándose con el objetivo fundamental de la Ley.
Artículo 30	El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.	Por la naturaleza del proyecto no se contempla el aprovechamiento de la fauna silvestre. En el caso de la manipulación de fauna silvestre para su reubicación, esto como medida de mitigación, se evitarán actos de crueldad contra estos.
Artículo 31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	En la necesidad de manipular ejemplares vivos de fauna silvestre, particularmente para reubicación de estos, esto se realizará en condiciones que eviten o minimicen cualquier tipo de sufrimiento, traumatismo o tensión de los ejemplares.
Artículo 56	La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica	Se realizaron los estudios de flora y fauna con la finalidad de detectar especies o poblaciones en riesgo dentro del SAR del proyecto, de acuerdo con los listados que menciona el artículo. En este caso, se detectaron dos especies de aves que se enlistadas en alguna categoría de riesgo por la

	de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo. Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que se proponen las medidas necesarias para su conservación.
Artículo 58	Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir	Resultado de los estudios ambientales, específicamente los de fauna, se detectaron dos especies de aves que están dentro de una categoría de riesgo de acuerdo con este artículo. Las especies son: *Dryophytes euphorbiaceus* (Ranita de alta montaña) y *Astur cooperii* (Gavilan pollero), en la categoría de Amenazada (A) y Sujeta a protección especial (Pr) respectivamente Para la protección y conservación de estas especies durante el desarrollo del proyecto se establecerán diferentes medidas como son restricción temporal de actividades (por horarios), señalización y capacitación

	directamente el tamaño de sus poblaciones. c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	al personal de obra en su identificación y protocolos de actuación para evitar disturbios.
Artículo 106	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Dado el caso de que algún ejemplar de la vida silvestre o su hábitat sea dañado y se determine que esto es imputable a las actividades que se desarrollan con el proyecto en sus diferentes fases, se entiende la obligación de resarcir o compensar conforme a lo que disponga la autoridad ambiental.
Artículo 122	Son infracciones a lo establecido en esta Ley: I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. II. Realizar actividades de aprovechamiento extractivo o no extractivo de la vida silvestre sin la autorización correspondiente o en contravención a los términos en que ésta hubiera sido otorgada y a las disposiciones aplicables.	Se mantendrá supervisión constante para evitar realizar actos o actividades que pudieran causar destrucción o daño de la vida silvestre o de su habita. De esta manera, se da por entendido que si se causa la destrucción o daño de la vida silvestre o su hábitat y esto sea imputable al desarrollo del proyecto, se asumirán las infracciones y sanciones correspondientes. Sea lo mismo, para la extracción de vida silvestre sin autorización.

El proyecto se ha diseñado con un enfoque preventivo y de responsabilidad

ambiental. Se reconoce el valor ecológico del área de influencia del proyecto y asume el compromiso de ejecutar integralmente todas las medidas comprometidas. Estas acciones, supervisadas por profesionales y autoridades, garantizarán que el desarrollo de la infraestructura vial se realice en armonía con la conservación de la biodiversidad local.

III.2. Vinculación con Planes y Programas sectoriales.

III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. En este sentido, el proyecto se vincula con el PND en lo siguiente:

Eje general 3: Economía moral y trabajo

Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro.

> 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.

Vinculación: El proyecto “Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: Estancia de Morelos Santiago Atitlán, tramo del km 0+000 al km '15+720, subtramo del km 6+140 al km 8+140" contribuye directamente a la modernización y conservación de infraestructura local prevista por la Estrategia 3.7.2: mejora la conectividad de comunidades rurales en Santiago Atitlán, reduce costos de transporte, y

se proyecta con criterios de seguridad vial (banco de rodamiento, drenaje, señalamiento).

Eje General 4: Desarrollo sustentable.

Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.

Estrategia 4.3.1: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Estrategia 4.3.2: Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas.

Estrategia 4.3.4: Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.

Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.

Estrategia 4.5.1: Frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.

Vinculación: La MIA del proyecto en sus capítulos del IV al VII tiene el objetivo de detectar los posibles impactos ambientales adversos que se pudieran generar en las diferentes etapas del proyecto y con base en estos establecer los mecanismos para prevenir, mitigar o restaurar estos posibles daños, por lo que se vincula directamente con el Objetivo 4.3 y 4.5 del PND.

III.2.2. Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes 2025-2030 (PSICyT).

El PSICyT tiene la visión de construir infraestructura estratégica que fortalezca el desarrollo regional, eleve la competitividad del país y garantice una movilidad segura, accesible y sustentable. Se trata de conectar territorios y reducir brechas de desigualdad y en su Objetivo 1 establece "Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías".

Si bien el proyecto no esta contemplado dentro del PSICyT si contribuye al cumplimento de si Objetivo 1 mediante la modernización de un camino que garantizará una movilidad más segura, accesible y sustentable.

III.2.3. Plan Estatal de Desarrollo 2022 – 2028 (PED-Oaxaca)

Es el instrumento rector de la Planeación Estatal en el corto, mediano y largo plazo. Define los objetivos y ejes estratégicos de política pública. Orienta el gasto público y la inversión estatal. Define las metas y resultados específicos. Se alineó a los Ejes rectores y objetivos propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos en la Agenda 2030. Es así que el PED-Oaxaca se vincula con el proyecto en lo siguiente:

Eje 5. Infraestructuras y Servicios Públicos para el Desarrollo de Oaxaca

Objetivo 5.2: Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.

Estrategia 5.2.1: Intervenir caminos rurales a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.

Línea de acción 5.2.1.1: Construir, ampliar y reconstruir caminos rurales.

Línea de acción 5.2.1.2: Impulsar la rehabilitación, conservación y mejora de los caminos rurales.

Vinculación: Al igual que en PND, el proyecto: "Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.

contribuye directamente a la ampliación y mejora de infraestructura vial local prevista por la Estrategia 5.2.1 en sus líneas de acción 5.2.1.1 y 5.2.1.2, ayudando a mejorar la conectividad de comunidades rurales en Santiago Atitlán, reduce costos de transporte, y se proyecta con criterios de seguridad vial (banco de rodamiento, drenaje, señalamiento).

III.2.4. Plan Municipal de Coicoyan de las Flores.

El municipio no cuenta con un Plan Municipal de Desarrollo actualizado.

III.3. Vinculación con Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo

III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POERT)

Publicado en el DOF el 07 de septiembre de 2012.

El POEGT es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios

ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

En ese sentido, de acuerdo con la ubicación geográfica del proyecto y conforme a la regionalización que establece el POEGT, este se localiza dentro de la Región Ecológica 18.17 en la UAB 99 denominada Cordillera Costera del Sureste de Guerrero como se detalla en el cuadro siguiente:

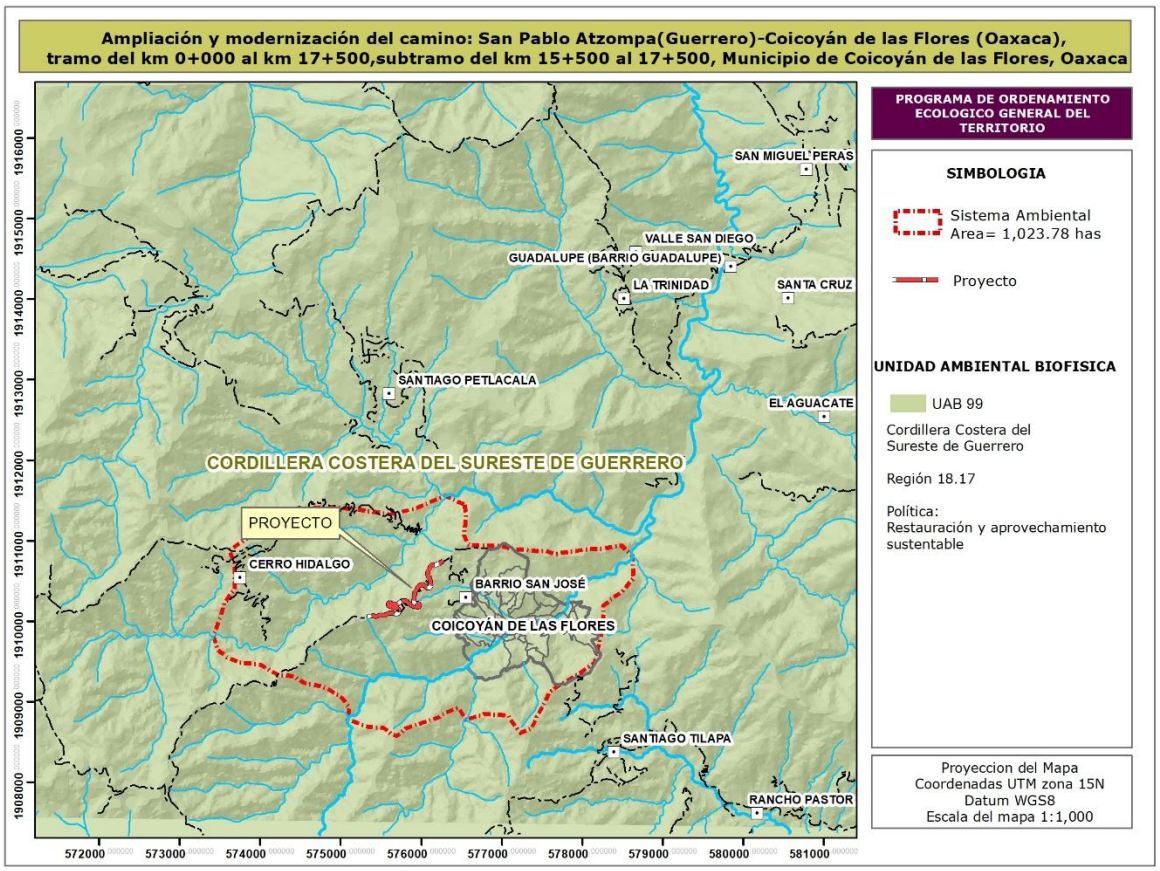


Ilustración 9 Ubicación del proyecto con relación a la Unidad Ambiental Biofísica 99 del POEGT

Cuadro 15 Regionalización ecológica del proyecto conforme al POEGT.

Clave Región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
18.17	99	Cordillera Costera del Sureste de Guerrero	Forestal	Preservación de flora y fauna	Agricultura, poblacional	Ganadería, minería SCT, Pueblos Indígenas	RESTAURACION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Cuadro 16 Descripción de la Región Ecológica donde se inserta el proyecto de acuerdo con el POEGT

Fuente: POEGT, 2012



Figura 1. Región ecológica 18.17

REGION ECOLOGICA: 18.17

Unidad Ambiental Biofísica:
99. Cordillera Costera del Sureste de Guerrero.

Superficie en km²: 99. 9,353.68

Población Indígena: Mixteca

Estado Medio Ambiente 2008: Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Muy alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media

	importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

La política ambiental rectora de la UAB donde se localiza el proyecto es "**Restauración, y Aprovechamiento Sustentable**", por lo que el proyecto **Elaboración de estudios y proyecto para la ampliación y modernización del camino: San Pablo Atzompa (Guerrero) - Coicoyán de las Flores (Oaxaca), tramo del km 0+000 al km 17+500, subtramo del km 15+500 al km 17+500, municipio de Coicoyán de las Flores, Estado de Oaxaca.** es una obra de infraestructura de comunicación que, por su naturaleza, no constituye una actividad extractiva, productiva o de aprovechamiento de recursos naturales. Su objetivo principal es conectar comunidades y mejorar la movilidad, lo cual se alinea con el componente de "Aprovechamiento Sustentable" en tanto que facilita el desarrollo social y económico de la población local, de una manera que puede ser ordenada y menos impactante que otras alternativas. En este sentido, el proyecto se compromete a ser concordante y respetuoso con estas directrices desde su diseño y hasta su ejecución, al incorporar medidas de prevención, mitigación y restauración del medio ambiente y los servicios ecosistémicos asociados, demostrando que el desarrollo de infraestructura puede realizarse de manera ambientalmente responsable.

De acuerdo con el POEGT de los usos permitidos y compatibles dentro de la UAB 99, el proyecto se enmarca dentro de los Sectores Asociados: agricultura, Poblacional, más específicamente con el Poblacional ya que una vía de comunicación mejorada y eficiente es un facilitador clave de la conectividad de la población local y para el desarrollo ordenado de los diferentes sectores que influyen en la región. La obra si implica el cambio de uso de suelo por las características de la infraestructura a construir. Además de que el diseño y construcción responsables del proyecto evitará

los daños ambientales y minimizará los impactos a la biodiversidad y sus ecosistemas.

De acuerdo con el POEGT, las estrategias ecológicas para la Unidad Ambiental Biofísica 99, donde se encuentra inmerso el proyecto, las cuales son:

Cuadro 17 Estrategias ecológicas de la UAB 99

Estrategias.
UAB 99
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO
A) Preservación 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los Recursos Naturales 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA
A) Suelo urbano y vivienda 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.

B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física
C) Agua y Saneamiento 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 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.
E) Desarrollo social 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas. Convergencia y optimización de programas y recursos para incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL
A) Marco Jurídico 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

B) Planeación del Ordenamiento Territorial
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información 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.

En cuanto a las estrategias del Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio relacionadas con: A) Preservación, B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales, D) Dirigidas a la Restauración y E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios, el proyecto no contempla ejecutar actividades de aprovechamiento de recursos naturales, y si pretende promover la conservación y protección de los recursos mediante la aplicación y ejecución de diversas acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente orientadas a la protección y prevención de la contaminación de recursos sensibles como suelo, aire, agua, flora y fauna, cuyo objetivo principal es prevenir la erosión, minimizar las emisiones a la atmósfera, proteger la calidad de agua, promover la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales. Algunas de las medidas a implementar son establecer un plan integral de manejo de residuos sólidos; para evitar la generación de basura en el área del proyecto se colocaran contenedores, se prohíbe terminantemente verter desechos al suelo o cuerpos de agua, la empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados, capacitación del personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales, prohibir la extracción de flora silvestre, evitar excavaciones y remociones de suelo innecesarias, llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna para evitar su afectación.

En relación a las estrategias del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, el proyecto mejorará la

conectividad de las localidades ayudando a promover e incentivar la dinámica económica y social de la región, dando una mayor seguridad y mejorando el tránsito para facilitar el acceso a servicios de salud, educación y mercados. Finalmente, al proveer una vía de comunicación segura, contribuye a la protección civil y la reducción de la marginación.

Referente a las estrategias del Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría es el acto formal mediante el cual el promovente sujeta su proyecto a la regulación y vigilancia ambiental, demostrando el cumplimiento de la normatividad. Finalmente, el proyecto se compromete a establecer canales de comunicación y coordinación con las autoridades municipales y comunales para la ejecución de las obras, fomentando la participación corresponsable en la gestión ambiental del territorio.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

Publicado en el Periódico Oficial del Gobiernos del Estado de Oaxaca el 27 de febrero de 2016.

El POERTEO propone el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE), que pretende organizar el territorio en zonas denominadas Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) y establecer normas para su protección. Por otro lado, las Estrategias Ecológicas se enfocan en definir objetivos y acciones para todos los sectores involucrados. El principal reto del POERTEO es lograr que las actividades de los distintos sectores sean amigables con el entorno, equilibrando el uso del suelo para actividades económicas, sociales y de conservación de la naturaleza. Tiene como objetivo: a) Asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral; b) Ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, la ubicación y

condición socioeconómica de la población; c) Establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y e) Favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso.

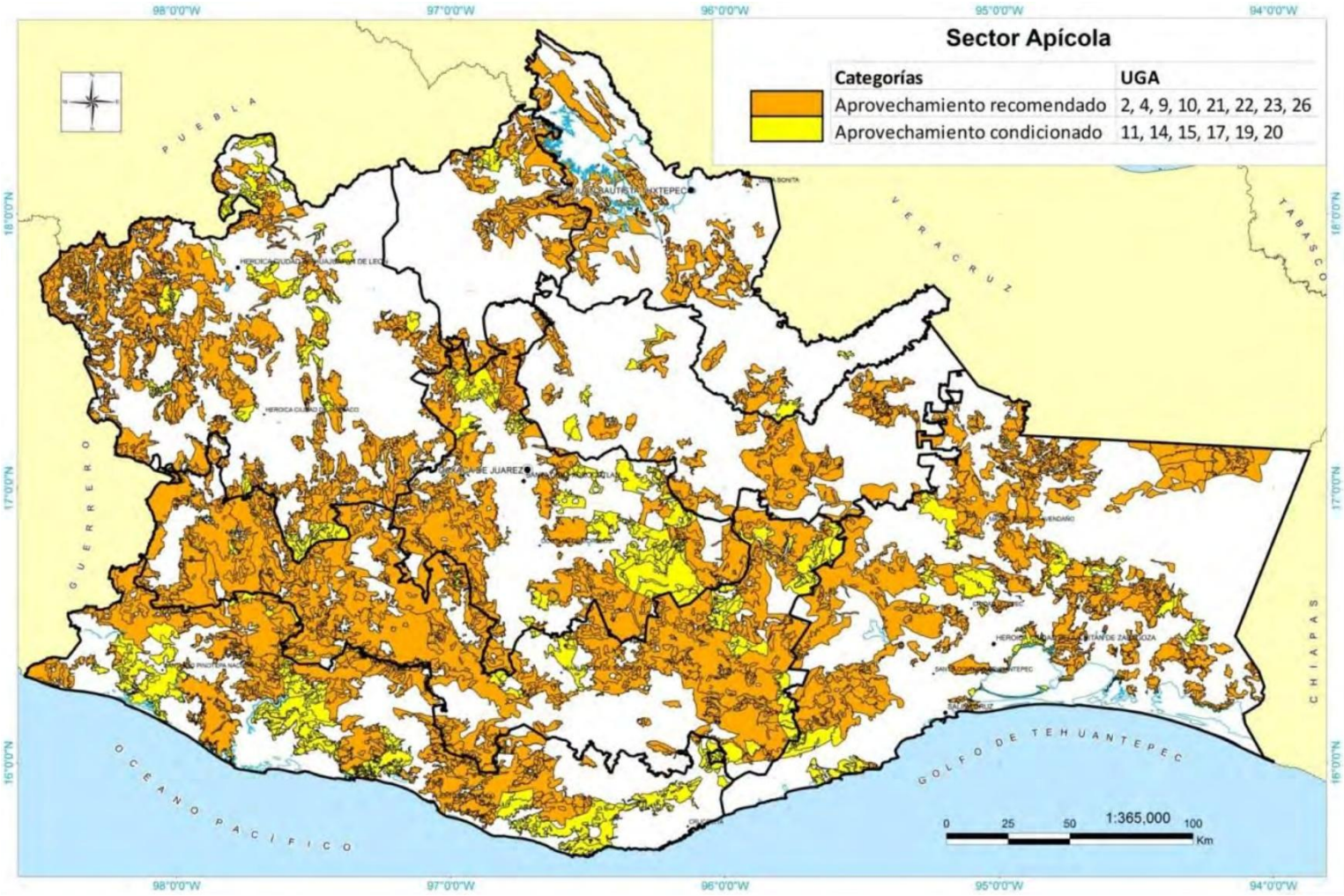
El MOE está compuesto por 55 UGAs, distribuidas en 26 UGAS con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado; 14 UGAS están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado; 13 UGAS están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado; y 2 UGAS están definidas con estatus de Protección (4%), espacialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado. De acuerdo con el ordenamiento que dicta el POERTEO, el proyecto se localiza directamente dentro de las UGAs 004 y 005, y dentro del SAR se localizan las UGAs 024 y 042 las cuales se describen a continuación:

Cuadro 18 Principales características de las UGAs 004 y 042 del POERTEO

UGA	Política	Sectores recomendados	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
004	Aprovechamiento sustentable	Forestal, Apícola	Alta	Medio	Bajo
005	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos y minería	Alta	Medio	Medio
024	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos	Alta	Medio	Alta
042	Conservación con aprovechamiento	Forestal, apicola	Alta	Medio	Bajo

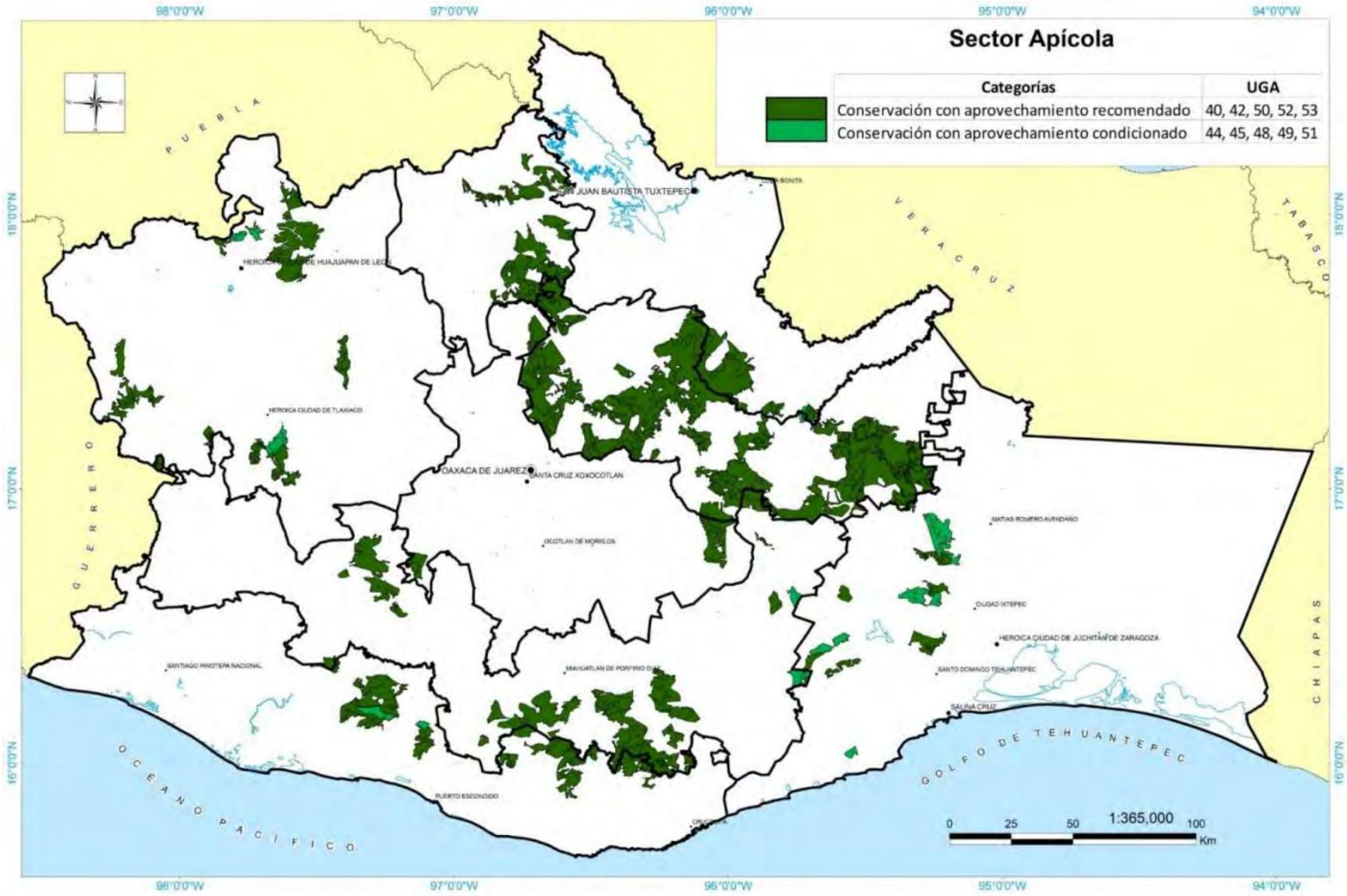
Cuadro 19 Lineamientos de las UGAs 004 y 042

UGA	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Lineamientos a 2025
004	Aprovechamiento sustentable	Forestal, Apícola	Industria, Minería, Industria eólica	Ecoturismo, Turismo	Agrícola, Acuícola, Asentamientos humanos, Ganadería	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con 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.
005	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos	Agrícola, ganadería, forestal, industria, industria eólica	apícola Ecoturismo, turismo	Acuícola,	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 a cabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área.
024	Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos	Agrícola, Acuícola, Industria, Ganadería	Ecoturismo, turismo	Apícola, forestal, industria eólica, minería	Garantizar una dotación básica de agua e infraestructura acorde a las necesidades de centros de población para el manejo de residuos y mejoras en la distribución, frecuencia en el servicio y consumo de agua, promoviendo el uso de técnicas orientadas hacia la conservación de suelos y agua, así como la concentración de asentamientos humanos para evitar su expansión desordenada, con el fin de disminuir la presión hacia los recursos, así como mantener y conservar las zonas de bosques y selvas que representan actualmente 15,958 ha
042	Conservación con aprovecha miento	Forestal, Apícola	Industria, Minería, Industria eólica	Ecoturismo, turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Conservar y aprovechar las 590,864 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas principalmente, buscando que las 60,669 ha productivas de la uga transiten de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial, minero o de servicios ambientales para disminuir el nivel de presión sobre los ecosistemas.



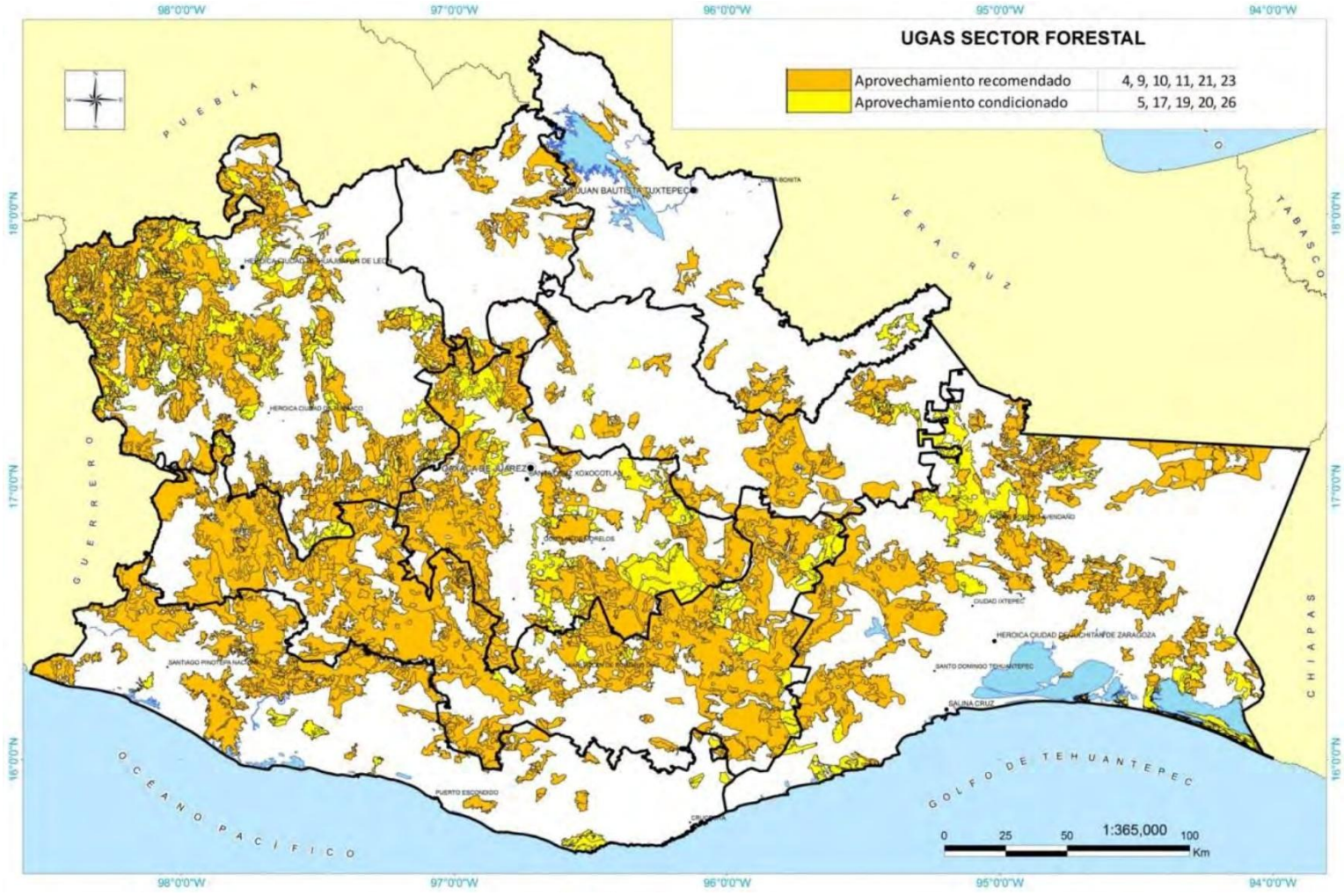
Fuente: POERTEO, 2016.

Ilustración 10 UGAs con política de aprovechamiento y aptitud para el Sector Apícola (UGA 004).



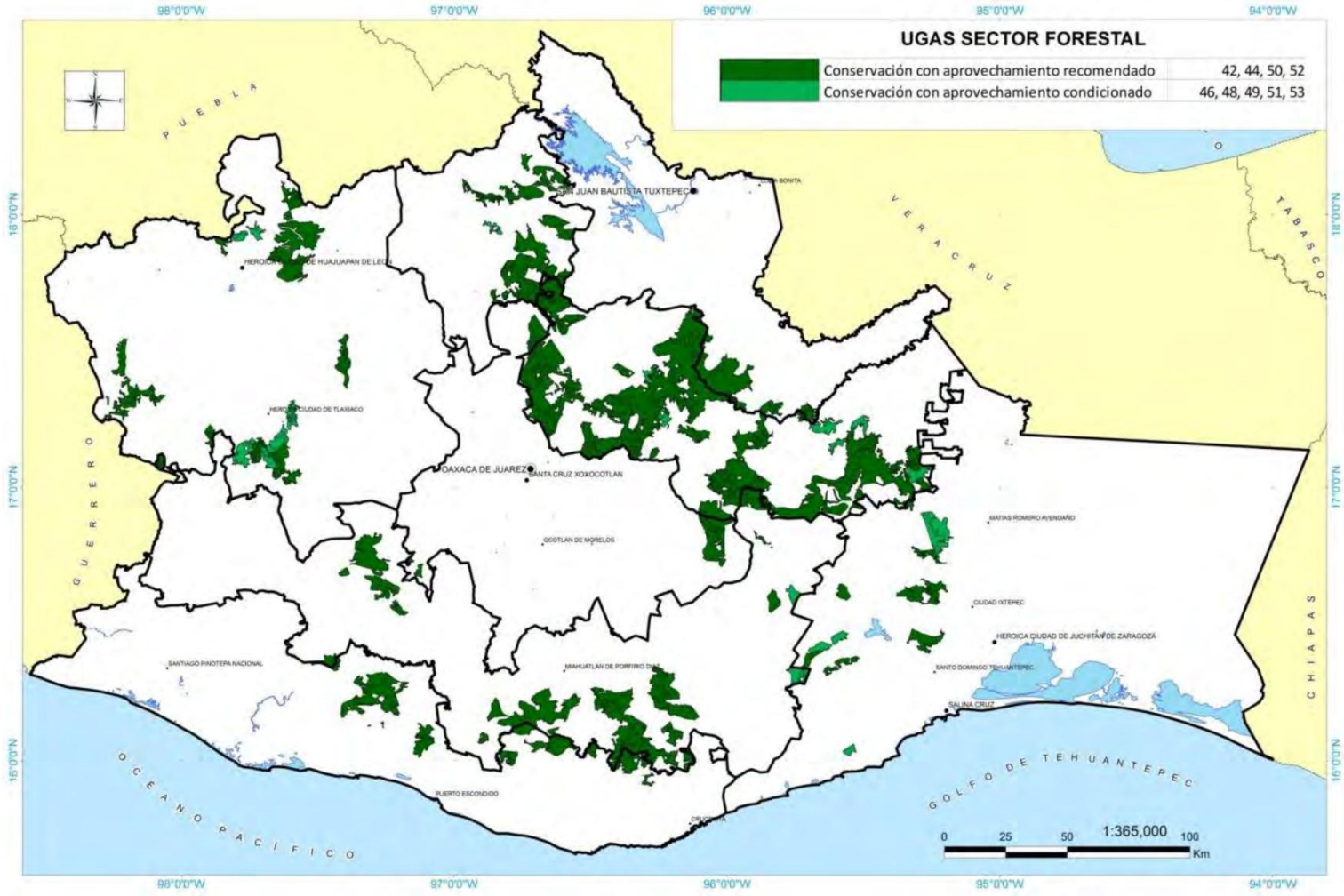
Fuente: POERTEO, 2016.

Ilustración 11 UGAs con políticas de Conservación y aptitud para el sector Apícola



Fuente: POERTEO, 2016.

Ilustración 12 UGAs con política de Aprovechamiento sustentable y aptitud para el sector Forestal (UGA 004).



Fuente: POERTEO, 2016.

Ilustración 13 UGAs con políticas de Conservación y aptitud para el sector Forestal.

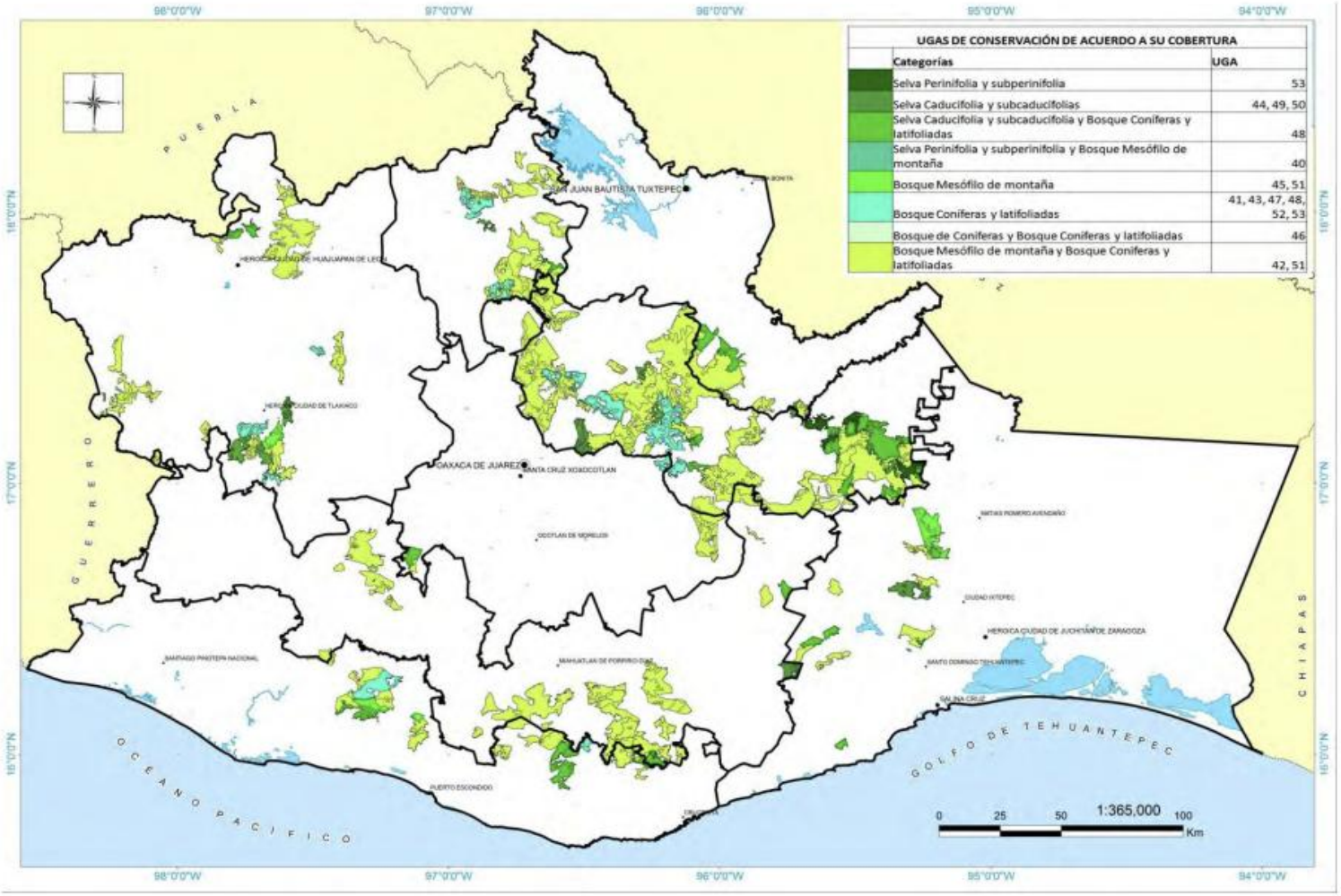


Ilustración .14.1 UGAs con políticas de Conservación

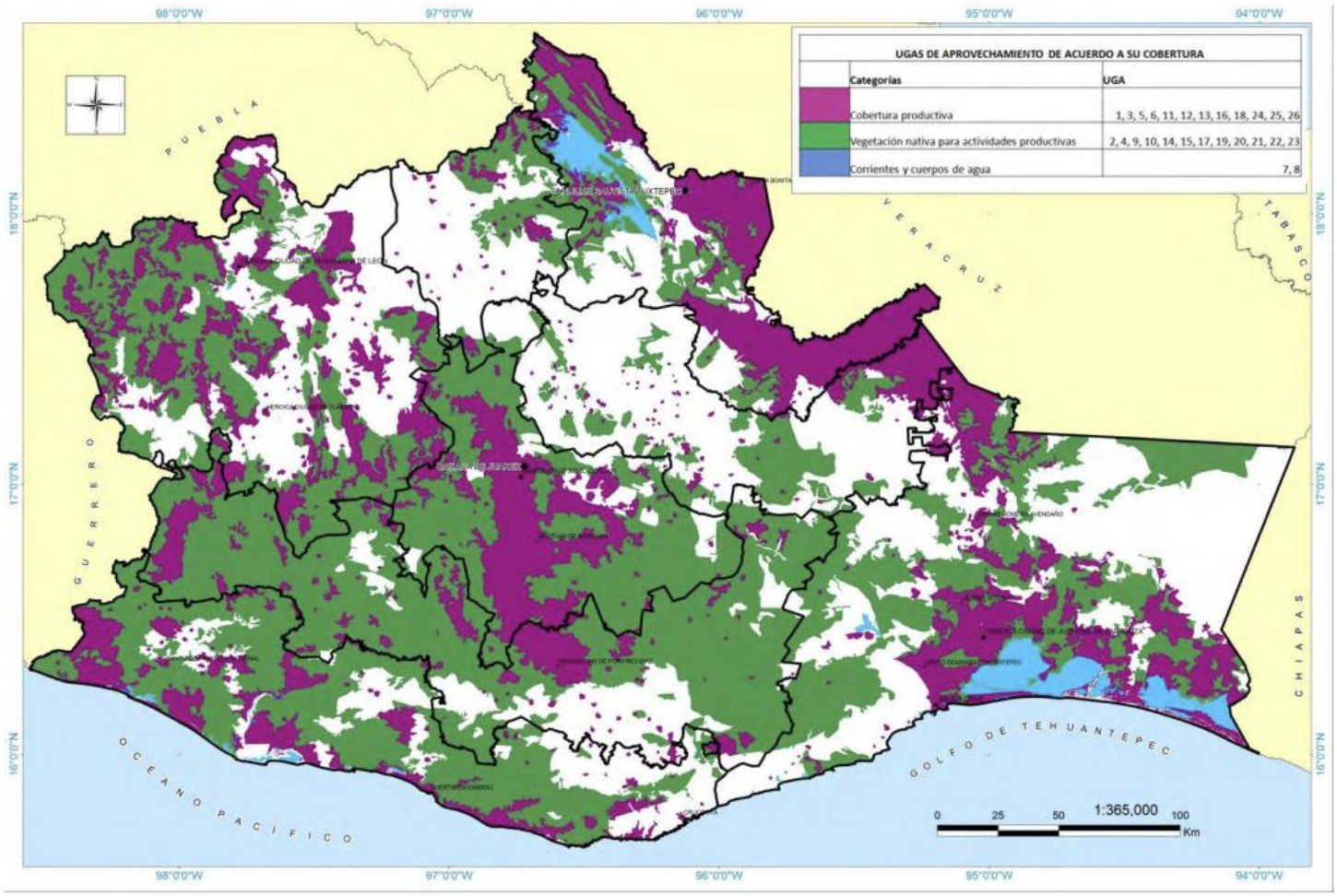


Ilustración .14.2 UGAs con aprovechamiento sustentable

Cuadro 20 Características de la UGA 004.

<table>
<tr><td colspan="4">Política de Aprovechamiento sustentable</td></tr>
<tr><td>Superficie(ha): 2,669,584.86</td><td>Biodiversidad: Alta</td><td>Riesgo (nivel): Medio</td><td>Presión (nivel): Bajo</td></tr>
<tr><td colspan="2">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 Subperennifolia 3.44%; Sin vegetación aparente 0.02%; Vegetación Acuática 0.02%.</td><td colspan="2">Aptitud:

Uso Recomendado: S7 (Forestal), S3 (Apícola)

Uso Condicionado: S9 (Industria), S10 (Minería), S9(E) (Industrias-Energías alternativa)

Uso No recomendado: S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo)

Sin Aptitud: S2 (Agrícola), S1 (Acuícola), S4 (Asentamientos humanos), S8 (Ganadero9</td></tr>
<tr><td colspan="2">Conflictos:

S7 – S10 (Forestal – Minería)

S3 – S9 (Apícola – Industria)

S3 – S10 (Apícola – Minería)</td><td colspan="2">Lineamientos:

Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con 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.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Criterios de regulación ecológica:

C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-039, C-045, C-046, C-047</td></tr>
</table>

Cuadro 21 Criterios de regulación ecológica para la UGA 004.

Clave	Criterio	Vinculación
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Por la ubicación del proyecto, no se afectarán zonas riparias.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales	Por la naturaleza y características del proyecto no se pretende afectar o modificar ningún cauce natural de río o de los flujos de escurrimientos perennes o temporales.

	y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Por la ubicación del proyecto no se tiene contemplado afectar vegetación riparia dentro de la franja de 50 m.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	Por la ubicación del proyecto no se afectará costas o dunas costeras.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	Por la naturaleza del proyecto este criterio no aplica. Sin embargo, se capacitará al personal para que haga una correcta disposición de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra y sean colocados en contenedores para su clasificación y posterior manejo.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	Se mantendrá una supervisión constante para que no se realice la deposición de materiales sobre escurrimientos temporales y en cualquier otro sitio. Se capacitará al personal para que haga una correcta disposición de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra conforme a los lineamentos que establecerá el proyecto. Los materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos que sean residuos serán almacenados para su posterior disposición por un prestador del servicio acreditado para su recolección y disposición.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	La zona donde se desarrollará del proyecto no se encuentra en una zona con riesgo de inundación.
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menora tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	Por las características del proyecto este criterio no resulta aplicable.
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	Por el tipo de proyecto este criterio no resulta aplicable.
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la	Por la naturaleza del proyecto no se contempla la actividad apícola por lo que este criterio no resulta aplicable.

	utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	Por las características de la obra no se realizará explotación forestal por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población	Por el tipo de proyecto a desarrollar no tiene los alcances del criterio, por lo que no resulta aplicable.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Por los alcances del proyecto, que no contemplan el establecimiento de una industria sino la modernización de un camino, este criterio no resulta aplicable. Sin embargo, se contempla un adecuado manejo de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra y el dado caso de causar una afectación al suelo, se tiene contemplado un plan de medidas de mitigación o restauración.
C-047	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento o preferentemente se deberá reemplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	El proyecto no es de tipo minero, aun así, no se tiene contemplado el uso de explosivos para el desarrollo del mismo, por lo que este criterio no resulta aplicable.

Cuadro 22 Características de la UGA 042

Política de Conservación con aprovechamiento.			
Superficie(ha): 651,664.80	**Biodiversidad:** Alta	**Riesgo (nivel):** Medio	**Presión (nivel):** Bajo
Cobertura: Agricultura 8.07%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 15.23%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 32.71%; Bosque de Encino 2.50%; Bosque Mesófilo de Montaña 28.12%; Cuerpo de Agua 0.00%; Matorral Xerófilo 0.23%; Pastizal 1.24%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 4.42%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 7.46%; Sin vegetación aparente 0.00%; Vegetación Acuática 0.00%		**Aptitud:** Uso Recomendado: S7 (Forestal), S3 (Apícola) Uso Condicionado: S9 (Industria), S10 (Minería), S9(E) (Industrias-Energías alternativa) Uso No recomendado: S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo) Sin Aptitud: S2 (Agrícola), S1 (Acuícola), S4 (Asentamientos humanos), S8 (Ganadero9	
Conflictos:		**Lineamientos:**	

S7 – S10 (Forestal – Minería) S3 – S9 (Apícola – Industria) S3 – S10 (Apícola – Minería)	Conservar y aprovechar las 590,864 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas principalmente, buscando que las 60,669 ha productivas de la UGA transiten de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial, minero o de servicios ambientales para disminuir el nivel de presión sobre los ecosistemas.
Criterios de regulación ecológica: C-007, C-008, C-009, C-010, C-012, C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-034, C-035, C-036, C-038, C-039, C-045, C-046, C-047.	

Cuadro 23 Criterios de regulación ecológica para la UGA 042.

Clave	Criterio	Vinculación
C-007	Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del reestablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	Por las características y tipo de proyecto no se contempla la introducción de especies exóticas al sitio, por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-008	Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno.	De ser necesario realizar acciones de reforestación, donde se utilizarán especies nativas y se considerara las densidades naturales de la especie en cuestión, con la finalidad de no menoscabar la capacidad ecológica del ecosistema.
C-009	La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado.	Por la naturaleza del proyecto no se contempla la colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales. Se darán capacitaciones y platicas de concientización al personal que labore en el proyecto sobre la importancia de evitar realizar cualquier tipo de colecta o extracción de los recursos naturales del sitio. Aunado a esto se mantendrá supervisión contante para prevenir y evitar se den este tipo de prácticas.
C-010	Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	Por las características del proyecto no se contempla realizar ninguna modificación al cauce o flujo de ríos, debido a que no se cruza ninguno. Se tomarán medidas pertinentes para que en el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto se procure realizar la menor afectación posible.
C-012	Las actividades productivas y recreativas deberán realizarse fuera de	Por la naturaleza del proyecto no se contemplan actividades productivas y

	las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	recreativas, por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El proyecto no contempla afectación a zonas riparias, sin embargo se tomaran medidas de prevención, mitigación y programas encaminados a la preservación de la vegetación natural donde se realizará el proyecto.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	Por la naturaleza y características del proyecto no se pretende modificar el cauce natural del río o de escurrimientos. El proyecto contempla obras de drenaje para que los escurrimientos naturales sigan su flujo sin que se va afectado este.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	No se tiene contemplado afectar vegetación riparia. Aun así, se tienen contempladas medidas de reubicación de los especímenes que se pudieran ver afectados o la compensación de daños de ser necesaria.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	Por la ubicación del proyecto no se afectará costas o dunas costeras.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	Por la naturaleza del proyecto este criterio no aplica. Sin embargo, se capacitará al personal para que haga una correcta disposición de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra y sean colocados en contenedores para su clasificación y posterior manejo.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	Se mantendrá una supervisión constante para que no se realice la deposición de materiales sobre escurrimientos temporales y en cualquier otro sitio. Se capacitará al personal para que haga una correcta disposición de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra conforme a los lineamentos que establecerá el proyecto. Los materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos que sean residuos serán almacenados para su posterior disposición por un prestador del servicio acreditado para su recolección y disposición.
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menora tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	Por las características del proyecto este criterio no resulta aplicable.

C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	Por el tipo de proyecto este criterio no resulta aplicable.
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	Por la naturaleza del proyecto no se contempla la actividad apícola por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-038	Se deberá realizar un programa de manejo forestal en aquellos predios destinados al aprovechamiento de dicho sector, con sus respectivas medidas de saneamiento y reforestación.	Por los alcances del proyecto no se contemplan realizar un programa de manejo forestal, este criterio no resulta aplicable.
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	Por las características de la obra no se realizará explotación forestal por lo que este criterio no resulta aplicable.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población	Por el tipo de proyecto a desarrollar no se tienen los alcances del criterio, por lo que no resulta aplicable.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Por los alcances del proyecto, que no contemplan el establecimiento de una industria sino la modernización de un camino, este criterio no resulta aplicable. Sin embargo, se contempla un adecuado manejo de los residuos que se generen durante el desarrollo de la obra y el dado caso de causar una afectación al suelo, se tiene contemplado un plan de medidas de mitigación o restauración.
C-047	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento o preferentemente se deberá reemplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	El proyecto no es de tipo minero, aun así, no se tiene contemplado el uso de explosivos para el desarrollo del mismo, por lo que este criterio no resulta aplicable.

Estrategias aplicables para UGAS de conservación (042)		
Estrategias agua		
Rubro	preservación del agua	
Objetivos específicos	Programas y acciones	
Garantizar los servicios ambientales asociados con los principales flujos hídricos	Programa Nacional de Reservas de Agua para el Medio Ambiente en México -Regular las concesiones de agua -Identificar fuentes potenciales de financiamiento para la creación de capacidades institucionales para la determinación y establecimiento de las reservas -Diseñar un sistema de monitoreo y evaluación del desempeño del sistema de reservas de agua en su conjunto, y su impacto en materia de conservación	
Actores estratégicos	CONAGUA, CEA, CONSEJOS REGIONALES DE CUENCA, SOCIEDAD CIVIL ORGANIZADA, ONGS, INSTITUCIONES ACADÉMICAS, WWF, BID, INICIATIVA PRIVADA, CONSEJOS MICRORREGIONALES	
UGAS 042		
Preservar las corrientes y cuerpos de agua en condiciones salubres		Creación de una programa integral para la preservación, restauración, rescate y rehabilitación de cuerpos de agua -Identificación de los cuerpos de agua a nivel estatal que deben ser saneados -Integración de proyectos para los principales cuerpos de agua Programa de cultura del agua -Concertación y promoción de acciones educativas y culturales para difundir la importancia del recurso hídrico y la preservación de la riqueza ecológica Desarrollar los incentivos e instrumentos económicos que propicien la preservación de ríos, lagos, humedales, acuíferos y costas del estado Evitar la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y deshecho sólidos en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural Proyecto Manejo y Conservación de recursos naturales en Zonas Indígenas (MANCON) -Apoyo a proyectos referentes a protección, recuperación, rescate, mantenimiento y/o manejo sustentable de

		micro cuencas hidrológicas y conservación de agua en comunidades indígenas.
Rescatar, rehabilitar y recuperar ecosistemas, comunidade s, especies y recursos genéticos		Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE) -Protección al hábitat de las especies en riesgo -Protección a las poblaciones presa -Inspección y vigilancia de las afectaciones causadas a la especie en riesgo y sus presas sobre los aspectos biológicos, ecológicos y ambientales por actividades antropogénicas -Manejo de su hábitat y ecosistemas -Investigación, respecto a monitoreo, salud física y genética de las especies, hábitos alimenticios, distribución actual, densidad poblacional, así como de la tasa de cambio y fragmentación en la cobertura que requiere Otras acciones Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción Acopio de germoplasma de especies nativas Producción de plantaciones de especies nativas en viveros Elaboración de un programa de atención para las especies exóticas o introducidas -Desarrollo de un inventario de las especies exóticas terrestres y acuáticas, su dispersión, impacto, e identificación y monitoreo de las mismas en las regiones o áreas más sensibles a su presencia

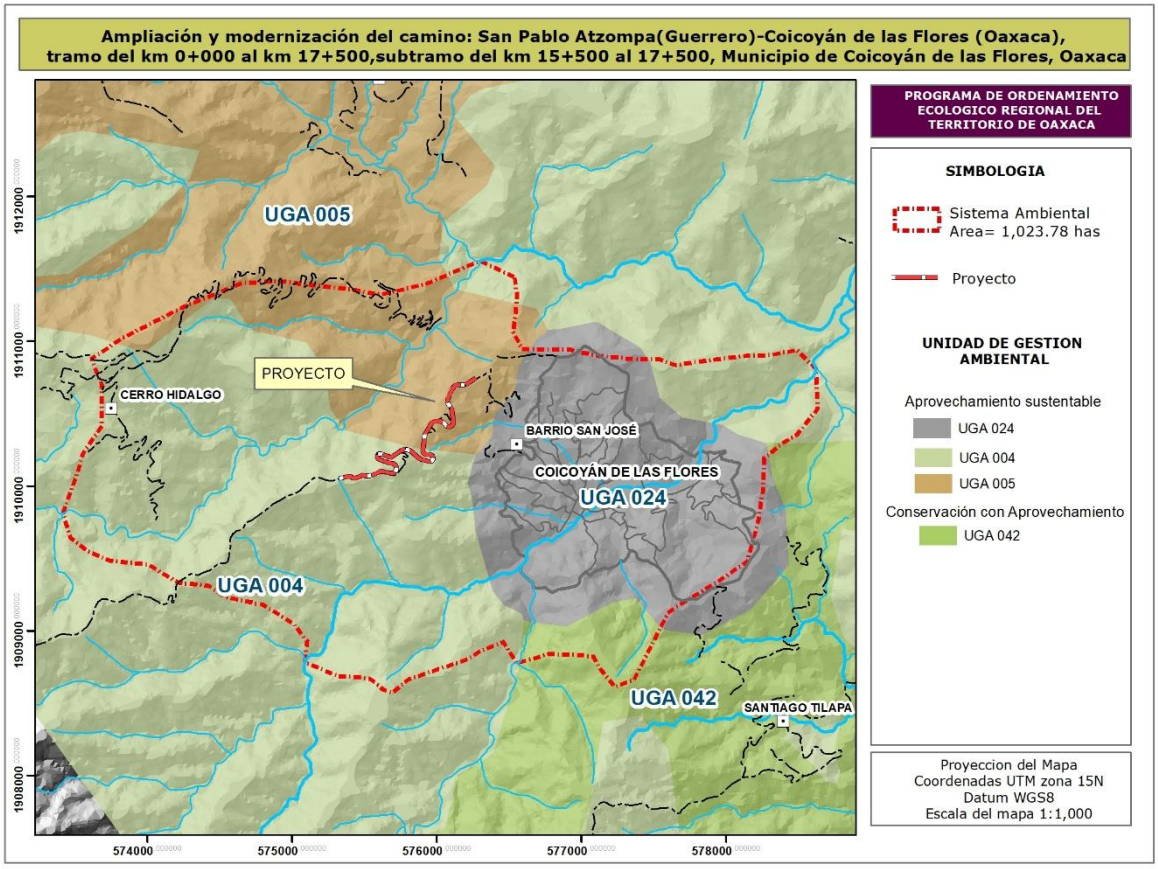
clave	UGA	Política/sector	criterio	Fundamentación ecológica
c-013	005,004,024,042	transversal	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades	Las zonas riparias tienen una alta biodiversidad de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, son el refugio de especies vulnerables de plantas y animales, proveen de hábitat y actúan como corredores para el movimiento entre parches de vegetación en el paisaje fragmentado de especies de fauna
c-014	005,004,024,042	transversal	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y

			de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación
c-015	005,004,024,042	transversal	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m	Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, funcionan en muchos casos como refugio de especies vulnerables de plantas y animales o corredores naturales de fauna.
c-016	Uga 004,005, 024	Transversal varios	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	La construcción de infraestructura portuaria, urbana y de producción de electricidad han modificado ecosistemas costeros y modificado playas y dunas costeras, esto genera alteración de la hidrodinámica de estas áreas, además pueden generar problemas como: alteración y eliminación de neomorfologías de playaduna y su vegetación asociada, destrucción de procesos de formación de dunas, pérdidas de diversidad biológica, pérdidas de superficies y volúmenes de playa, así como de sus morfologías asociadas.
c-023	005,024	Todas AH	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos	La sobreexplotación de los acuíferos genera una pérdida de humedad provocando una disminución en el volumen y nivel del suelo, lo que provoca hundimientos y/o grietas, una vez que las grietas se forman la contaminación de los acuíferos se dan de manera más pronunciada. Además, la sobreexplotación del acuífero modifica de manera considerable la estructura del subsuelo.
c.024	005,024	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos		La posible contaminación producida por el confinamiento de desechos peligrosos puede infiltrarse a mantos freáticos, ríos o fuentes de abastecimiento de agua para asentamientos humanos, lo cual representa un gran riesgo de salud publica
c-025	005, 024	Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que en las localidades con		Es necesario tratar las aguas residuales la removiendo lo más posible las partículas sólidas que se encuentran suspendida en estas, a fin de evitar la transmisión de enfermedades y proveer de agua limpia a las plantas y animales que la requieren para vivi

		población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.		
c.026	005,024	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable		La contaminación de ríos y mantos freáticos por las actividades humanas es un grave problema es un grave problema de salud pública y para la conservación de especies naturales.
C027	005,024	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados		La sobreexplotación de los acuíferos genera una pérdida de humedad provocando una disminución en el volumen y nivel del suelo, lo que provoca hundimientos y/o grietas, una vez que las grietas se forman la contaminación de los acuíferos se dan de manera más pronunciada. Además, la sobreexplotación del acuífero modifica de manera considerable la estructura del subsuelo.
C028	005,024	Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos		Los tiraderos, rellenos sanitarios y lugares que contienen desechos sólidos urbanos provocan no solo contaminación ambiental de aire, suelo y agua sino deterioro del paisaje, proliferación de fauna nociva, riesgo a la salud humana
C29	005,024	Se evitara la disposición de		La construcción de presas, represas o cualquier infraestructura hidráulica

		materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica		afecta el balance hidrológico de la cuenca donde se construye, puede ocasionar la pérdida de la biodiversidad acuática, además de afectar los servicios ambientales brindados por los humedales, por los ecosistemas de las riberas y estuarios adyacente

Por lo tanto, se determina que, de acuerdo con las características del proyecto, este no se contrapone con ninguno de los criterios de regulación ecológica que establece el POERTEO para las UGA 004, 005, 024 y 042 en aquellos criterios que aplican a la obra, se proponen diferentes formas de garantizar su cumplimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Ilustración 14 Ubicación del proyecto en relación con las UGAs 004,005, 024 y 042 del POERTEO.

III.3.3. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) y Areas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs).

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce

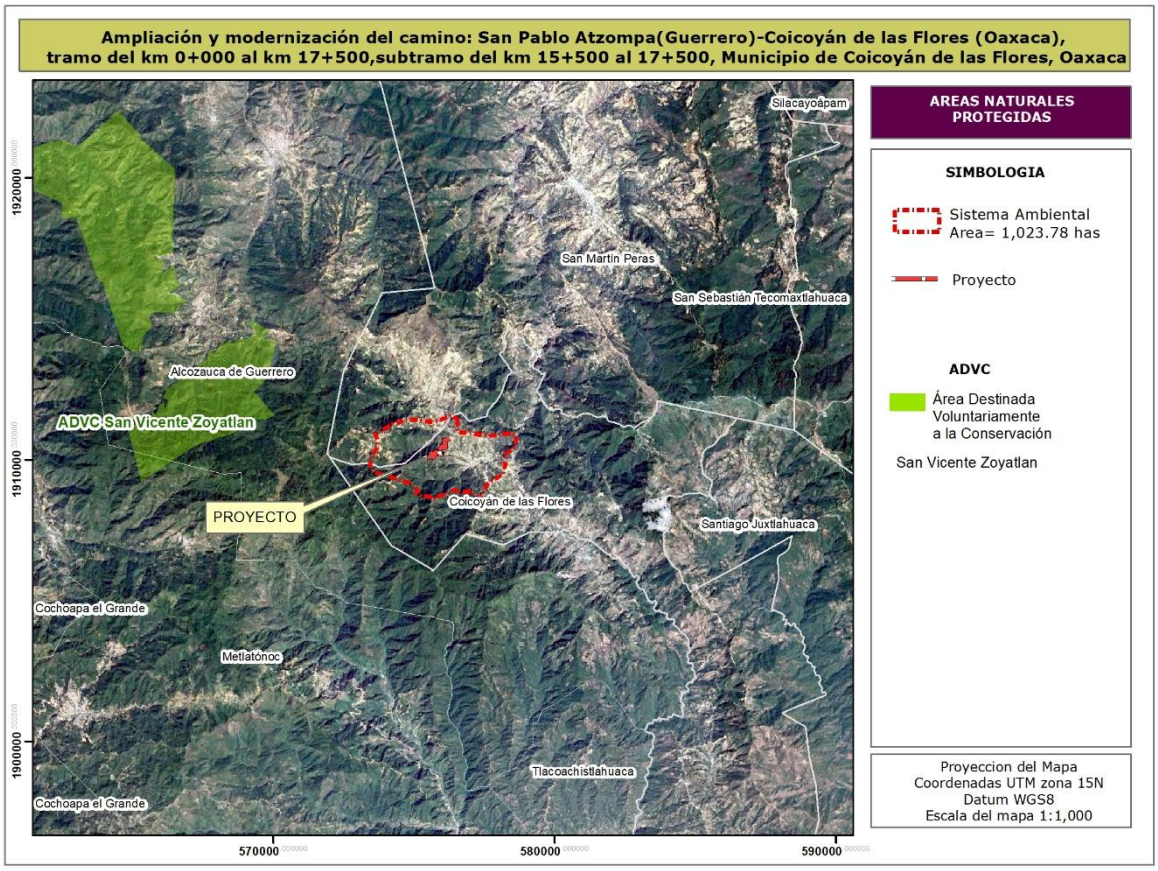
soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Las ANP son espacios geográficos definidos y gestionados para la conservación de la naturaleza a largo plazo, incluyendo la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano. Estas áreas buscan preservar ambientes representativos, asegurar procesos ecológicos y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a la vez que contribuyen a mitigar el cambio climático y a la provisión de servicios como agua y aire limpios.

Así mismo, dentro de las ANPs tenemos a las ADVCs, son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, privada, pueblos y comunidades indígenas o una organización social. Algunos de los beneficios para los propietarios de las ADVC, son: uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, blindaje ante obras públicas (exploración y explotación minera y de hidrocarburos), certificación nacional y posibles alianzas con organizaciones civiles, gubernamentales o académicas.

La importancia de las ADVC radica en sus beneficios medioambientales, entre los cuales están: mitigación del cambio climático, regulación del clima, mejora en la calidad del aire, mejora en la calidad del agua, protección de la dinámica de los ecosistemas, conservación de especies de flora y fauna. Las ADVC representan una oportunidad para los interesados que quieren preservar la biodiversidad de su territorio y los recursos que proveen. Estas ANP contribuyen al desarrollo económico y social, responsable y compatible con la conservación ambiental.

Con base en el análisis realizado y por la ubicación del proyecto, se determina que el área que ocupara el proyecto no se encuentra inmerso en ninguna ANPs o ADVCs. El ADVCs más cercana es San Vicente Soyatlan.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

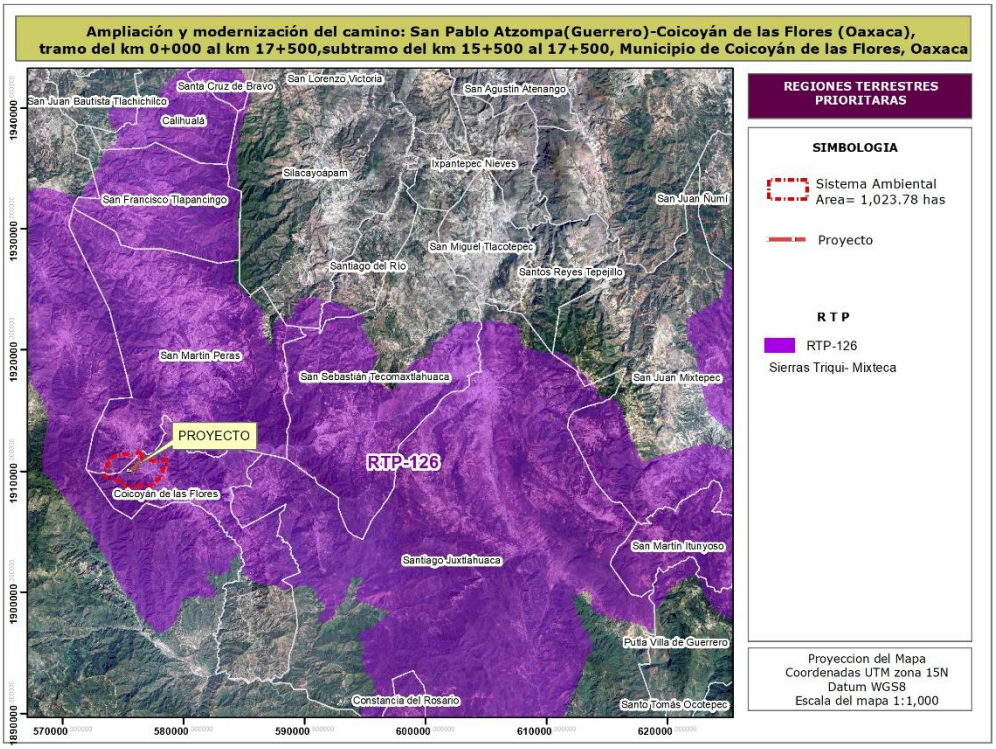
Ilustración 15 Ubicación del Proyecto con relación a ANPs.

III.3.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo. Los criterios de definición de las RTP fueron básicamente de tipo biológico y se consideraron la presencia de amenazas y una oportunidad real para su

conservación. Este ejercicio de regionalización se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno. De acuerdo con la regionalización de las RTP y una revisión cartográfica, se identifica que el proyecto se encuentra dentro de la RTP-126 “Sierra Triqui mixteca” Esta región Es una región compuesta por bosque mesófilo, bosque de pino y bosque de pino-encino. Es la única localidad
conocida de liquidámbar en la vertiente pacífica. Presenta además, una alta diversidad de ecosistemas. La vegetación bosque de pino, bosques de pino-encino más conservada se encuentra al oeste de esta RTP.

En este sentido, se reconoce la importancia que tiene la RTP-126 para la conservación ecosistémica, por lo que se han integrado al proyecto algunas consideraciones para asegurar se cumplan con los objetivos de conservación de esta región. Dentro de las consideraciones que se tomaron está el evitar cortes innecesarios en los taludes con pendiente crítica, diseño de cunetas y drenajes hidráulicos para mantener la conectividad hidrológica y estabilización de taludes, estas acciones permitirán minimizar la erosión y alterar microcuencas. Además, de tratarse de un proyecto de carácter lineal donde se aprovecha parte del trazo existente, ocupará una superficie limitada, donde no se contempla la remoción de grandes extensiones de vegetación ni afectar el cauce natural del ríos o vegetación riparia. Así mismo se evitará la deposición de material de desecho o sobrantes de la construcción en las áreas aledañas al proyecto. En las diferentes etapas del proyecto, las actividades se contemplan realizarse en horarios diurnos para reducir la perturbación por ruido de la fauna silvestre y una supervisión constante para la prevención o detección oportuna de impactos al ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Ilustración 16 Ubicación del proyecto dentro de la RTP-126.

III.3.5. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

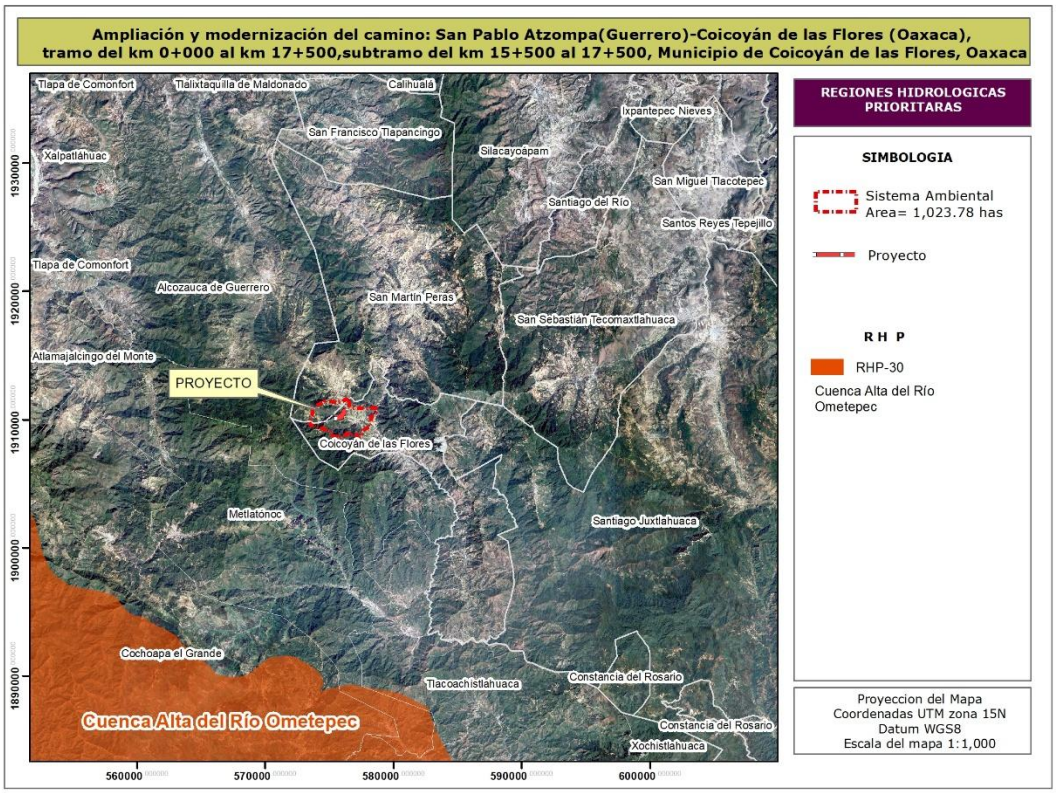
Las RHP se enmarcan dentro del Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Dentro de este programa se encuentran las Regiones hidrológicas prioritarias (RHP).

En la RHP el interés principal es la detección y caracterización de cuencas hidrológicas, tanto de ambientes de agua dulce como salobre, que se consideren prioritarias para la biodiversidad (Arriaga et al., 1998b).

La RHP se define como la parte alta, media o baja de una cuenca o subcuenca o de un cuerpo de agua individual, significativa por sus recursos hídricos y biológicos, los cuales son factibles de ser conservados y en donde

ocurren o pueden ocurrir impactos negativos resultado de las diferentes actividades de uso y explotación de los mismos por parte de los sectores público o privado.

De acuerdo con el análisis cartográfico y documental, el proyecto y su área de influencia quedan fuera de la delimitación de una RHP. La RHP más cercana es la RHP 30 denominada Cuenca alta del río Ometepec.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

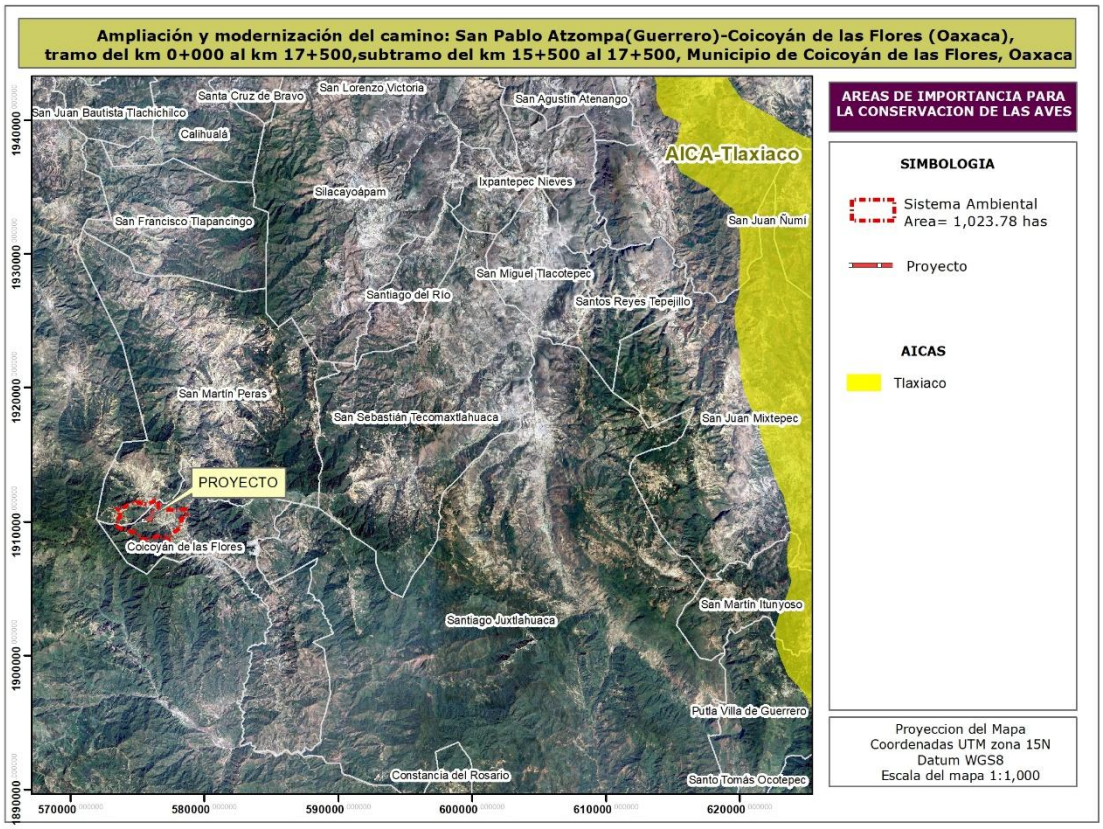
Ilustración 17 Ubicación del proyecto con respecto a la RHP 30.

III.3.6. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de

sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.

En este sentido, el proyecto no se encuentra inmerso dentro de un AICA la mas cercana es la IACA-TLAXIACO.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Ilustración 18 Ubicación del proyecto en relación con el AICA C-13 Sierra Norte.

III.4. Vinculación con Normas mexicanas y especificaciones técnicas.

Las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y especificaciones técnicas se refiere a un conjunto de regulaciones técnicas de carácter obligatorio en México que establecen especificaciones y características para productos, procesos o servicios, con el fin de proteger la seguridad, el medio ambiente y los intereses de los consumidores. Son expedidas por dependencias gubernamentales y son fundamentales para regular diversas actividades industriales y comerciales, asegurando estándares de calidad y

seguridad. En este sentido, las que se vinculan jurídicamente o que tienen concordancia normativa con el proyecto, son las siguientes:

Cuadro 24. Vinculación de diferentes Normas con el proyecto

Norma o especificación técnica	**Lo que dicta**	**Vinculación**
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores nacionales.	Las operaciones del proyecto generarán aguas residuales en los frentes de obra. Se gestionarán mediante la contratación de servicios sanitarios portátiles y la disposición final por parte de una empresa autorizada, evitando cualquier descarga directa a cuerpos de agua superficiales o subterráneos y cumpliendo con los lineamientos establecidos.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención y contra incendios en los centros de trabajo.	Durante la ejecución de las actividades del proyecto se contará con un programa de seguridad contraincendios en el trabajo y se dará capacitación a los trabajadores sobre el uso y manejo de extintores y acciones en caso de incendio.
NOM-011-STPS-2001	Establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, con la finalidad de prevenir alteraciones a la salud de los trabajadores.	En la operación de maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras) se generarán niveles de ruido que pueden exceder los 85 dB(A) para jornadas de 8 horas. Se implementara la dotación obligatoria de equipo de protección personal (EPP) auditivo a los operarios expuestos y que no estén expuestos al ruido más tiempo de lo necesario, asegurando la salud ocupacional del personal de construcción.
NOM-017-STPS-2008	Establece el equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El proyecto de construcción es un centro de trabajo dinámico con múltiples riesgos (ruido, polvo, atropellamientos, manejo de cargas, etc.). Se implementará un programa integral de seguridad e higiene que sigue esta norma como eje central para la protección de los trabajadores.
NOM-031-STPS-2011	Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Esta norma rectora aplica a toda la obra de construcción, para lo cual se diseñó un plan de seguridad que cubrirá excavaciones, manejo de materiales, trabajo en alturas, etc.

NOM-034-SCT2/SEDATU-2022	Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras.	El diseño final del camino tipo E integrará la señalización horizontal (marcas en el pavimento) y vertical (letreros informativos, preventivos y restrictivos) de manera permanente, cumpliendo con las dimensiones, ubicación y características que dicta la norma, garantizando una operación segura del camino
NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La maquinaria y vehículos ligeros utilizados durante la fase de construcción (camionetas, equipos de supervisión) que usen gasolina como combustible serán sometidos a verificaciones periódicas para asegurar que sus emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, etc., se encuentren dentro de los límites establecidos por la norma, minimizando la contaminación atmosférica local.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	Revisiones visuales diarias y mantenimientos periódicos de los sistemas de inyección de la maquinaria diésel para evitar emisiones excesivas de humo.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Dado que se detectaron dos especies en norma en el área de influencia, el proyecto contempla un programa de rescate y reubicación de dichos ejemplares, además de medidas de manejo y conservación de su hábitat, garantizando que las actividades de construcción no comprometan la supervivencia de las poblaciones locales.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de niveles de emisión de ruido proveniente de las fuentes fijas. (Aplica también a equipos móviles en zonas de obras).	Se limitarán los horarios de operación de la maquinaria pesada a las horas diurnas y socialmente aceptables para la comunidad local, y se realizará el mantenimiento preventivo del equipo para asegurar que las emisiones de ruido se mantengan por debajo de los límites permisibles y no impacten negativamente a los núcleos poblacionales cercanos.
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura	Los residuos de construcción y manejo especial (escombros, envases de lubricantes, materiales de despalme, etc.) generados

	y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	durante el proyecto serán clasificados y gestionados a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin, garantizando su disposición final en sitios que cumplen con esta NOM y evitando la contaminación del suelo.
NOM-086-SCT2-2015	Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.	El proyecto, durante su fase de ejecución, implementará un plan de manejo de tráfico y seguridad que incluye la instalación de señalamientos preventivos, restrictivos e informativos, así como dispositivos de protección (barreras, conos, abanderamientos) conforme a lo especificado en esta norma, minimizando riesgos a trabajadores y usuarios de la vía.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

IV.1 Delimitación del área de estudio

IV .1.1 Delimitación de la zona de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto vial, delimitada a 100 metros a cada lado del eje del camino, abarca una franja total de 1 kilómetro de ancho a lo largo del tramo comprendido. Esta zona se define como el territorio donde el proyecto genera impactos ambientales, sociales y económicos significativos durante sus fases de construcción y operación. La justificación de esta amplitud se fundamenta en diversos factores: ambientalmente, considera la dispersión de contaminantes acústicos y atmosféricos, que pueden afectar a la fauna y ecosistemas circundantes hasta esa distancia; ecológicamente, aborda la fragmentación de hábitats y la alteración de los patrones hidrológicos; socialmente, incluye las áreas de accesibilidad directa para las comunidades locales y los cambios en el uso del suelo. Los cálculos realizados indican que, con esta delimitación, el área de influencia total sería de 37.15 hectáreas mientras que el área del proyecto es de 2.8046 ha. Esta delimitación garantiza una evaluación integral de los impactos potenciales del proyecto vial. En la siguiente imagen se observa el sitio del proyecto, área de influencia y sistema ambiental.

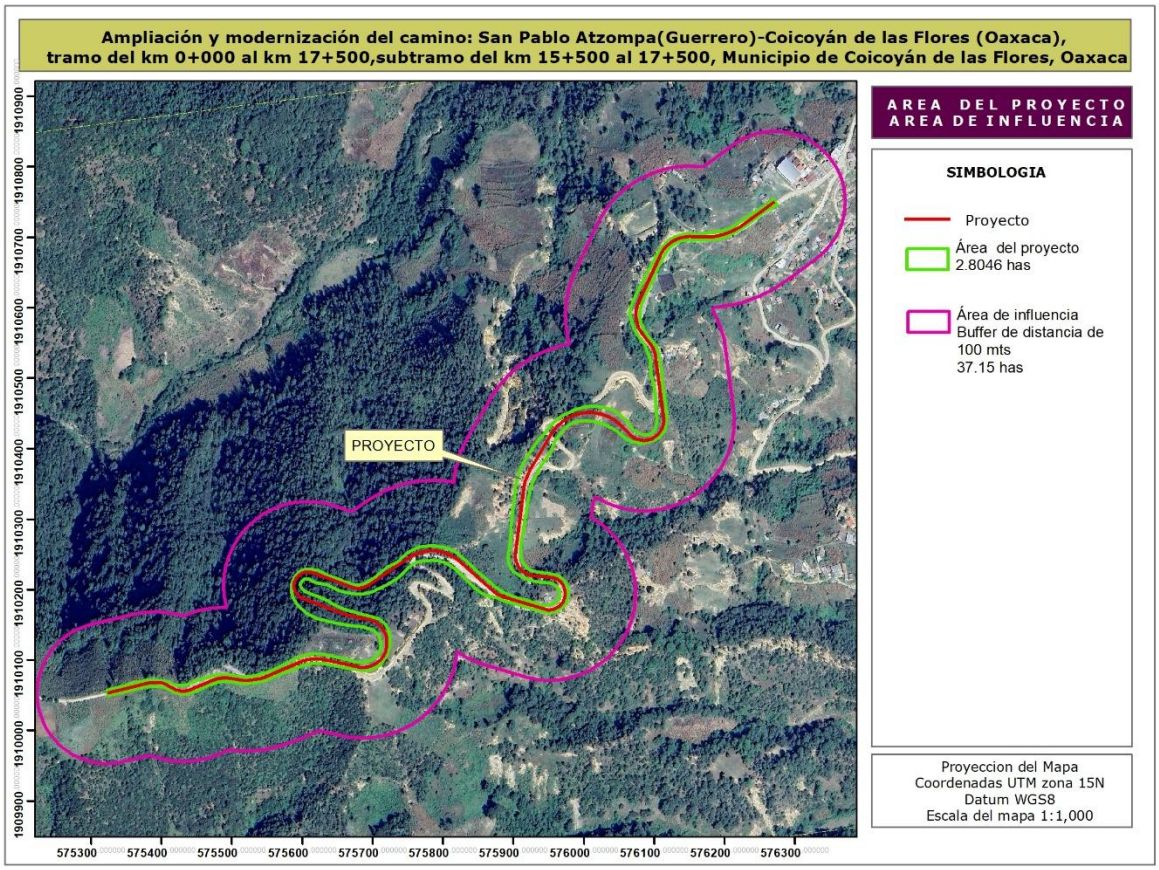


Figura 4.1 Área de influencia del proyecto.

IV .1.2 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

Para la delimitación del sistema ambiental se empleó la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad regional, donde indica lo siguiente: La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) es un proceso fundamental, ya que equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación de impacto ambiental. Este objetivo se homologa al intento de definir los límites de los ecosistemas presentes en el área del proyecto. Operativamente, esta delimitación se concibe mediante la aplicación del concepto de Sistema Ambiental Regional, el cual se circunscribe a una

expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas naturales y artificiales donde se inserta el proyecto, derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos. Para ello, se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, incluyendo los criterios y análisis utilizados, información que, bajo esta consideración, debe ser presentada en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Con el objetivo de definir una unidad geográfica coherente para la evaluación del impacto ambiental, se adoptó la microcuenca hidrológica como el Sistema Ambiental Regional (SAR) de referencia para el proyecto. Esta decisión se fundamenta en que la cuenca hidrológica constituye la unidad territorial básica para la planificación y gestión integral de los recursos naturales, donde convergen e interactúan de manera indivisible los procesos ambientales, sociales y económicos.

La delimitación se realizó aplicando el criterio de topografía y morfología del terreno, el cual está directamente relacionado con la formación de los patrones de drenaje. Mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS), se procesó la capa de curvas de nivel (cada 20 m) obtenida de la carta INEGI (escala 1:50,000). Sobre esta base, y con el apoyo de las capas de hidrología y ubicación del proyecto, se identificó el parteaguas de la corriente hidrológica intermitente donde se emplazará el proyecto. El análisis reveló un terreno heterogéneo, clasificado dentro de la topoforma de Sierra, pero con pendientes medianas a fuertes que permitieron definir con precisión el área de aporte.

El resultado es un SAR delimitado que abarca una superficie de 1023.78 hectáreas, clasificable como una microcuenca. Esta poligonal representa una unidad geográfica homogénea y operativa, que constituye una expresión objetiva, inventariable y cartografiable del ecosistema donde se inserta el proyecto. Al estar definida por la interrelación de componentes físicos (relieve, drenaje), biológicos y antrópicos, esta microcuenca se erige como el ámbito espacial idóneo para analizar las interacciones ambientales,

diagnosticar las condiciones base y pronosticar los impactos del proyecto, considerando las tendencias ambientales regionales.

La descripción detallada de los componentes de este Sistema Ambiental se presenta en los apartados siguientes, con la finalidad de aportar los elementos necesarios para el diagnóstico y los pronósticos ambientales.

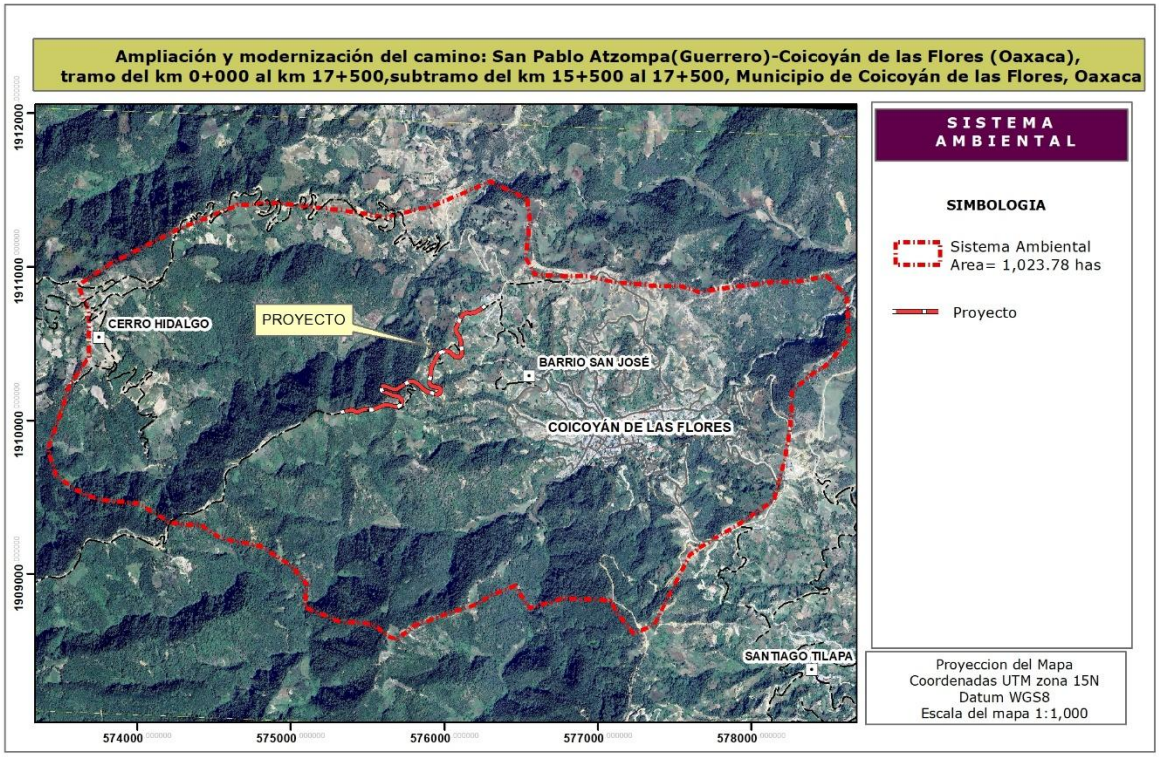


Figura 4.2 Sistema ambiental y ubicación del proyecto.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima: De acuerdo con la Clasificación Climática de Köppen, modificada por García (1973).

1. Clima Templado húmedo [C(m)(w)]

Esta clave climática se interpreta de la siguiente manera:

- **C**: Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, característica de climas templados.
- **(m)**: Indica una condición de humedad intermedia, equivalente a un clima **subhúmedo con lluvias en verano**, pero con una estación seca relativamente corta o menos pronunciada. La letra "m" sugiere cierta influencia de humedad durante todo el año, similar a los climas templados húmedos de montaña.
- **(w)**: Señala que la temporada de lluvias ocurre en **verano** (de mayo a octubre) y que la temporada seca corresponde al invierno.

En conjunto, el clima **C(m)(w)** corresponde a un **templado húmedo con lluvias en verano**, típico de zonas de montaña con suficiente humedad atmosférica, donde la vegetación dominante suele ser bosque de encinos, pinos o mixto, como se observa en los inventarios de flora previamente analizados. Es un clima que favorece el desarrollo de bosques densos y diversos.

2. Clima Templado subhúmedo [C(w2)(w)]

Esta clave climática se interpreta de la siguiente manera:

- **C**: Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, característica de climas templados.
- **(w2)**: Indica el **grado de humedad**, en este caso corresponde a un clima **subhúmedo**, siendo el "2" una subcategoría que representa el

más húmedo de los subhúmedos (intermedio entre el más seco y el más húmedo). La escala generalmente es (w0) para el más seco, (w1) para intermedio y (w2) para el más húmedo dentro de los subhúmedos.

- **(w)**: Señala que la temporada de lluvias ocurre en **verano** (de mayo a octubre) y que la temporada seca corresponde al invierno.

En conjunto, el clima **C(w2)(w)** corresponde a un **templado subhúmedo con lluvias en verano**, siendo el más húmedo de los subhúmedos. Este tipo climático también es característico de zonas de montaña, pero con una disponibilidad de humedad ligeramente menor que en el caso anterior, lo que puede traducirse en una vegetación igualmente dominada por encinos, pero quizás con un sotobosque menos denso o con menor presencia de especies exigentes en humedad.

Distribución en el Área de Estudio

Según la imagen, el **Sistema Ambiental (SAR)**, con un área de 1,023.78 hectáreas, abarca ambos tipos climáticos, mientras que el **Proyecto (AP)** se localiza dentro de esta matriz. Esto implica que la zona de influencia del camino y las áreas de muestreo se encuentran en una transición o mosaico de estos dos climas templados, lo que es consistente con la vegetación de bosque de encinos identificada en los inventarios florísticos, ya que ambas condiciones climáticas son adecuadas para el desarrollo de este tipo de ecosistema. La diferencia en humedad relativa entre ambos climas podría explicar, al menos en parte, la mayor riqueza y diversidad de especies observada en SAR en comparación con AP, si es que SAR incluye áreas con el clima ligeramente más húmedo C(m)(w).

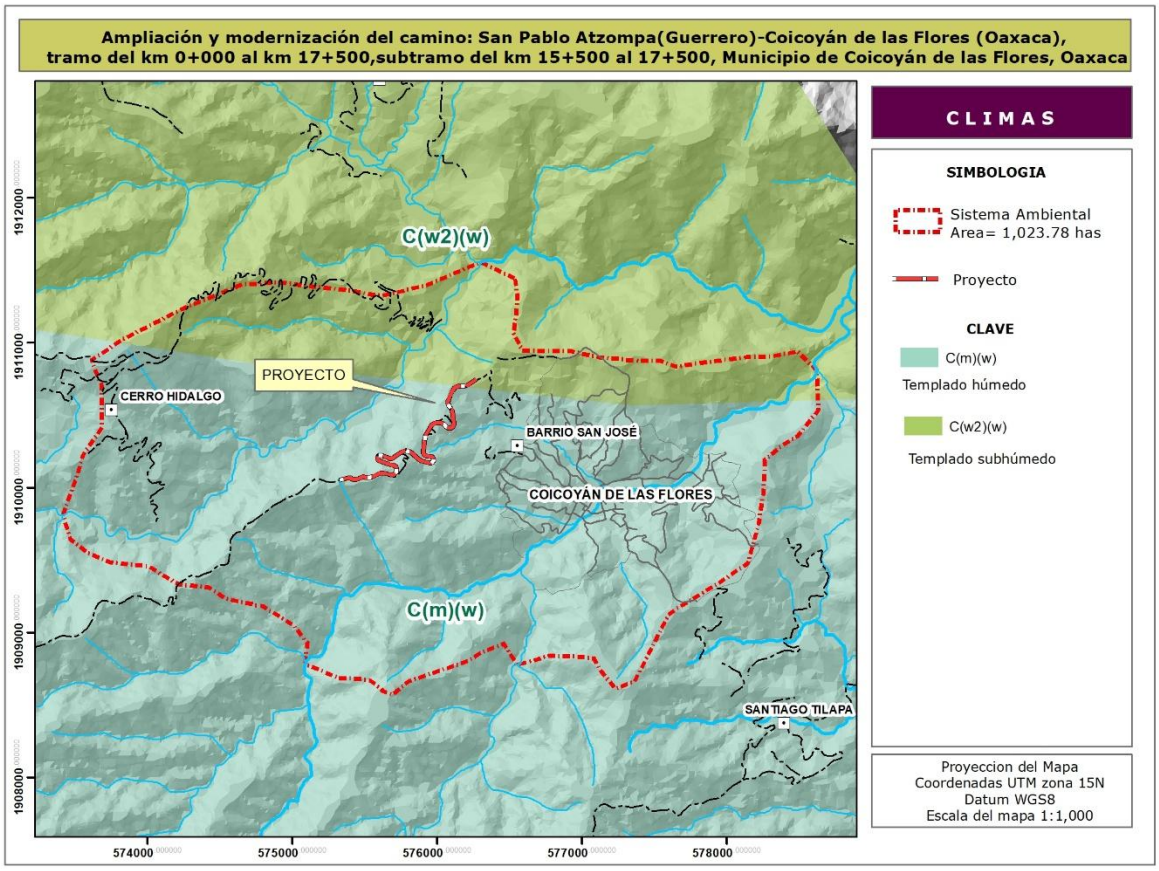


Figura 4.3 Tipos climáticos del sistema ambiental y el proyecto.

b) Geología y geomorfología: De acuerdo con la información cartográfica del Servicio Geológico Mexicano, la litología del Sistema Ambiental Regional (SAR) está constituida por dos unidades geológicas principales, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

El mapa geológico del área de estudio muestra las unidades litológicas presentes en el Sistema Ambiental (SAR), que abarca un área de 1,023.78 hectáreas, y su relación con la ubicación del Proyecto (AP). A continuación, se describen las dos unidades geológicas identificadas en la simbología:

1. Unidad Tom(A-Bvi) - Roca Ignea Extrusiva (Andesita - Brecha volcánica intermedia)

- **Clave:** Tom(A-Bvi)

- **Tipo de Roca:** Roca ígnea extrusiva (volcánica).
- **Litología:** Andesita - Brecha volcánica intermedia.
- **Descripción:**
    - **Andesita:** Es una roca volcánica de composición intermedia (entre basáltica y riolítica), de color gris a oscuro, muy común en arcos volcánicos continentales. Se forma a partir del enfriamiento rápido de lava en la superficie terrestre.
    - **Brecha volcánica intermedia:** Es una roca piroclástica compuesta por fragmentos angulosos de roca (generalmente andesita u otras rocas volcánicas) cementados por ceniza o material más fino. El término "intermedia" indica que la composición de los fragmentos y la matriz es de tipo andesítico.
    - **Interpretación:** Esta unidad representa productos de actividad volcánica explosiva y efusiva, típica de regiones montañosas con historia volcánica. La presencia de brechas sugiere eventos eruptivos violentos (como flujos piroclásticos o lahares), mientras que las andesitas indican derrames de lava. En conjunto, esta unidad conforma el sustrato rocoso de gran parte del área, y su meteorización da origen a suelos generalmente fértiles, aptos para el desarrollo de bosques templados como los de encino observados en los inventarios florísticos.

2. Unidad P(E) - Roca Metamórfica (Esquisto)

- **Clave:** P(E)
- **Tipo de Roca:** Roca metamórfica.
- **Litología:** Esquisto.
- **Descripción:**
    - **Esquisto:** Es una roca metamórfica de grado medio, caracterizada por presentar foliación (bandas o láminas) debido a la orientación de minerales laminares como micas, clorita o talco. Se forma a partir de la transformación de rocas

sedimentarias (como lutitas) o ígneas (como rocas volcánicas) bajo condiciones de presión y temperatura elevadas, típicas de procesos orogénicos (formación de montañas).

- **Interpretación:** Esta unidad indica la presencia de un basamento más antiguo y deformado, asociado a procesos tectónicos y metamórficos regionales. Los esquistos suelen ser rocas más resistentes a la erosión que las volcánicas en algunos casos, pero también pueden ser más frágiles dependiendo de su foliación. Su presencia influye en la topografía, la hidrología y la formación de suelos, que tienden a ser más delgados y pedregosos que los derivados de rocas volcánicas.

Distribución Espacial y Relación con el Proyecto

- El mapa muestra que el **Sistema Ambiental (SAR)** está conformado por un mosaico de estas dos unidades geológicas, lo que indica una historia geológica compleja que combina eventos volcánicos (andesitas y brechas) con procesos metamórficos (esquistos).
- El trazado del **Proyecto (AP)** , que corresponde al subtramo del km 15+500 al 17+500, se ubica dentro de esta matriz geológica. Aunque la imagen no permite definir con precisión los límites de cada unidad a lo largo del camino, es altamente probable que la obra lineal atraviese ambas litologías.

Implicaciones para el Proyecto

1. **Características del terreno:** La presencia de andesitas y brechas volcánicas generalmente ofrece rocas competentes y estables para la construcción de caminos, aunque las brechas pueden presentar comportamiento variable según su grado de cementación. Los esquistos, debido a su foliación, pueden ser susceptibles a deslizamientos si los cortes de la carretera se realizan paralelos a los planos de foliación.

2. **Suelos y erosión:** Los suelos derivados de andesitas suelen ser profundos y fértiles, mientras que los derivados de esquistos pueden ser más delgados y erosionables. Esto es relevante para el diseño de taludes, obras de drenaje y programas de reforestación o restauración.
3. **Materiales de construcción:** La presencia de rocas volcánicas puede proporcionar fuentes potenciales de materiales pétreos para la construcción (bancos de préstamo), aunque esto debe evaluarse con estudios específicos.
4. **Contexto ecológico:** La diversidad litológica (dos tipos de roca) contribuye a la heterogeneidad ambiental del SAR, lo que es consistente con la mayor diversidad de especies observada en este sitio en los análisis florísticos, ya que diferentes sustratos geológicos suelen albergar comunidades vegetales ligeramente distintas.

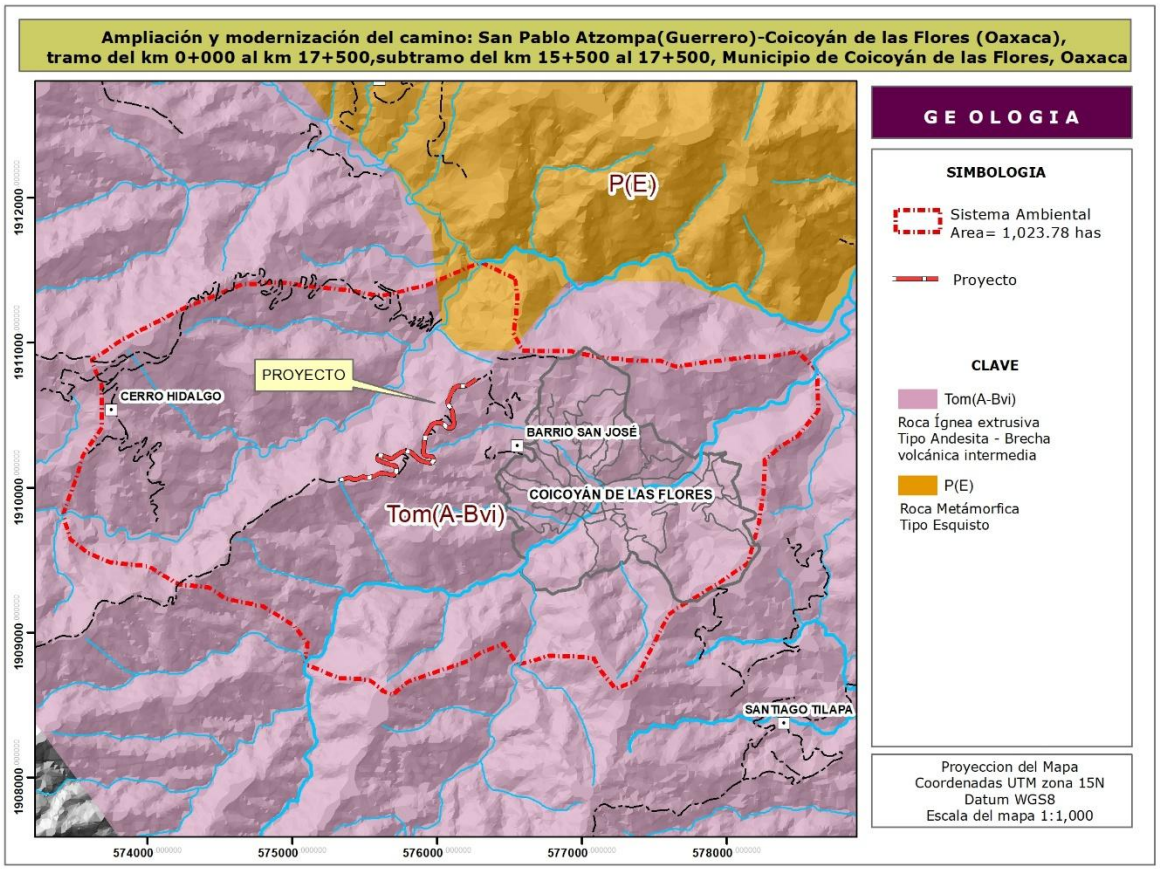


Figura 4.4 Tipos geológicos del SA y el proyecto.

c) **Suelos**: Con base en el Sistema de Clasificación de Suelos de la FAO/UNESCO, adoptado por el INEGI, la cobertura edáfica del área de estudio está representada por las siguientes unidades:

De acuerdo con el análisis generado, se identifican dos unidades de suelo principales dentro del Sistema Ambiental (SAR), el cual abarca un área de 1,023.78 hectáreas y dentro del cual se ubica el Proyecto (AP). A continuación, se analizan estas unidades siguiendo la clasificación de suelos del INEGI basada en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) y el esquema nacional.

Unidad 1: I+Re+Hh/2

Esta clave representa una **asociación de suelos**, donde el símbolo "+" indica que se presentan juntos en el paisaje, y el número "/2" señala la **textura media** predominante.

- **I (Litosol):** Son suelos delgados, con un espesor menor a 10 cm, que se encuentran directamente sobre la roca o tepetate. Son muy comunes en laderas pronunciadas y zonas montañosas. Su fertilidad es variable dependiendo de la roca subyacente, pero su principal limitante es la poca profundidad, lo que los hace muy susceptibles a la erosión y con baja capacidad de retención de agua. En la clasificación actual de INEGI, corresponden a **Leptosoles**.
- **Re (Regosol éutrico):** Son suelos formados a partir de material suelto (como cenizas volcánicas, arenas o depósitos de ladera), de textura variable y generalmente poco desarrollados. El término "éutrico" indica que son ricos en bases (nutrientes), por lo que tienen una fertilidad natural alta o media. Son comunes en laderas y valles. Corresponden a **Regosoles**.
- **Hh (Feozem háplico):** Son suelos oscuros, ricos en materia orgánica y nutrientes, característicos de zonas templadas y subhúmedas. Son profundos y fértiles, con buena estructura y alta capacidad productiva. El término "háplico" indica que son típicos, sin capas o características especiales. Corresponden a **Phaeozems**.

Interpretación de la asociación: Esta unidad representa un mosaico de suelos donde predominan los **Litosoles (Leptosoles) y Regosoles éutricos**, con presencia de **Feozem háplico** en menor proporción o en parches. La textura media (2) indica un equilibrio entre arena, limo y arcilla, lo que generalmente favorece una buena retención de agua y aireación. Esta asociación es típica de laderas de montaña con bosques templados, donde los suelos más profundos (Feozem) se encuentran en zonas de menor pendiente o acumulación, mientras que los Litosoles dominan en las partes más escarpadas y rocosas.

Unidad 2: I+Re+Bc/2

Esta clave también representa una asociación de suelos con **textura media (2)**.

- **I (Litosol):** Igual que en la unidad anterior: suelos delgados, Leptosoles.
- **Re (Regosol éutrico):** Igual que en la unidad anterior: suelos poco desarrollados pero fértiles.
- **Bc (Cambisol cálcico):** Son suelos jóvenes, con un incipiente desarrollo de horizonte B (cambio de color o estructura), de profundidad moderada. El término "cálcico" indica la presencia de acumulaciones de carbonato de calcio (cal) en el perfil, lo que puede ocurrir en climas subhúmedos o sobre rocas ricas en calcio. Corresponden a **Cambisoles**.

Interpretación de la asociación: Esta unidad es similar a la anterior, pero el Feozem es sustituido por un **Cambisol cálcico**. Esto sugiere condiciones ligeramente diferentes, posiblemente con menor acumulación de materia orgánica o influencia de material parental con carbonatos. La presencia de calcio puede influir en la vegetación, favoreciendo especies menos exigentes en acidez. Al igual que en la unidad anterior, dominan los Litosoles y Regosoles, con parches de Cambisol.

Fase L (Lítica)

El mapa también incluye la **Fase L (Lítica)** , que indica la presencia de roca continua o fragmentos rocosos a poca profundidad (generalmente menos de 50 cm). Esta fase es común en ambos tipos de asociaciones y refuerza la idea de un terreno montañoso con suelos someros y limitaciones para la profundidad radical.

Distribución en el Área de Estudio

Ambas unidades de suelo se encuentran dentro del **Sistema Ambiental (SAR)** , y el **Proyecto (AP)** atraviesa esta matriz edafológica. Aunque el mapa no detalla el límite preciso entre ambas unidades a lo largo del camino, es probable que la obra lineal (del km 15+500 al 17+500) transite por una combinación de estas asociaciones.

Implicaciones para el Proyecto y Relación con la Flora

1. **Suelos predominantemente someros:** La presencia dominante de Litosoles (Leptosoles) indica que gran parte del área tiene suelos delgados, con alta susceptibilidad a la erosión. Esto es crítico para el diseño de la obra, ya que los movimientos de tierra (cortes, terraplenes) pueden exponer la roca y generar inestabilidad si no se manejan adecuadamente.
2. **Fertilidad variable:** Los Regosoles éutricos y Feozems háplicos presentes en las asociaciones indican que existen parches de suelos fértiles que sostienen la vegetación de bosque de encinos observada en los inventarios florísticos. La presencia de Feozem está directamente relacionada con la alta diversidad y productividad del bosque.
3. **Textura media favorable:** La textura media (2) predominante sugiere suelos con buen drenaje y capacidad de retención de humedad, favorables para el establecimiento de la vegetación, siempre que la profundidad sea suficiente.
4. **Restricciones para la vegetación:** En las zonas con Litosoles y fase lítica, la vegetación estará limitada por la poca profundidad del suelo, lo que puede explicar la presencia de especies arbóreas de menor porte o un sotobosque menos denso en ciertas áreas.
5. **Consistencia con los análisis de diversidad:** La heterogeneidad edafológica (dos tipos de asociaciones de suelos) contribuye a explicar la mayor diversidad de especies observada en el SAR en comparación

con el AP, ya que diferentes suelos suelen albergar comunidades vegetales ligeramente distintas. Las áreas con Feozem probablemente sostienen los bosques más diversos y productivos. El análisis del mapa edafológico, basado en la clasificación de suelos del INEGI, revela que el Sistema Ambiental (SAR), con una superficie de 1,023.78 hectáreas, presenta dos asociaciones de suelos principales que corresponden a complejos de leptosoles, regosoles, feozems y cambisoles, todos ellos con textura media, y dentro de los cuales se ubica el trazo del Proyecto (AP) correspondiente al subtramo del km 15+500 al 17+500. La primera unidad, identificada como I+Re+Hh/2, está conformada por Litosol (actualmente clasificado como Leptosol), Regosol éutrico y Feozem háplico, siendo este último un suelo oscuro, profundo y fértil, característico de zonas templadas con vegetación de bosque, que aporta alta capacidad productiva y retención de materia orgánica, aunque en esta asociación se presenta en menor proporción en comparación con los leptosoles y regosoles que dominan el paisaje. La segunda unidad, I+Re+Bc/2, está integrada por Litosol, Regosol éutrico y Cambisol cálcico, este último un suelo joven con incipiente desarrollo y presencia de carbonatos de calcio, lo que sugiere condiciones de menor acumulación de materia orgánica o influencia de rocas ricas en calcio. Ambas asociaciones presentan textura media, lo que indica un equilibrio entre arena, limo y arcilla que favorece un buen drenaje y capacidad de retención de humedad, y están acompañadas de una fase lítica que señala la presencia de roca continua a poca profundidad, lo que es característico de terrenos montañosos con suelos someros y limitaciones para el desarrollo radical profundo. La predominancia de leptosoles en ambas unidades indica que gran parte del área presenta suelos delgados, altamente susceptibles a la erosión, lo que representa un factor crítico para el diseño y construcción del camino, ya que los movimientos de tierra podrían exponer la roca subyacente y generar inestabilidad en taludes

si no se implementan medidas adecuadas de control de erosión y manejo de suelos. La presencia de regosoles éutricos y, especialmente, de feozems háplicos en parches, explica la existencia de áreas con mayor fertilidad que sostienen la vegetación de bosque de encinos registrada en los inventarios florísticos, mientras que los cambisoles cálcicos pueden influir en la composición específica de la flora al favorecer especies adaptadas a condiciones menos ácidas. La heterogeneidad edafológica derivada de estas dos asociaciones contribuye a explicar la mayor diversidad de especies observada en el SAR en comparación con el AP, ya que la variabilidad en profundidad, fertilidad y contenido de calcio de los suelos genera microhábitats diferenciados que permiten la coexistencia de un mayor número de especies vegetales, particularmente en los estratos arbustivo y herbáceo, como se evidenció en los análisis de diversidad previos. Desde la perspectiva de la conservación y la ingeniería, esta información edafológica es fundamental para identificar zonas sensibles donde la vegetación juega un papel crucial en la estabilidad de los suelos, especialmente en laderas con leptosoles y fase lítica, donde la cobertura forestal existente debe ser preservada tanto como sea posible para evitar procesos erosivos que podrían comprometer la infraestructura vial y la integridad del ecosistema.

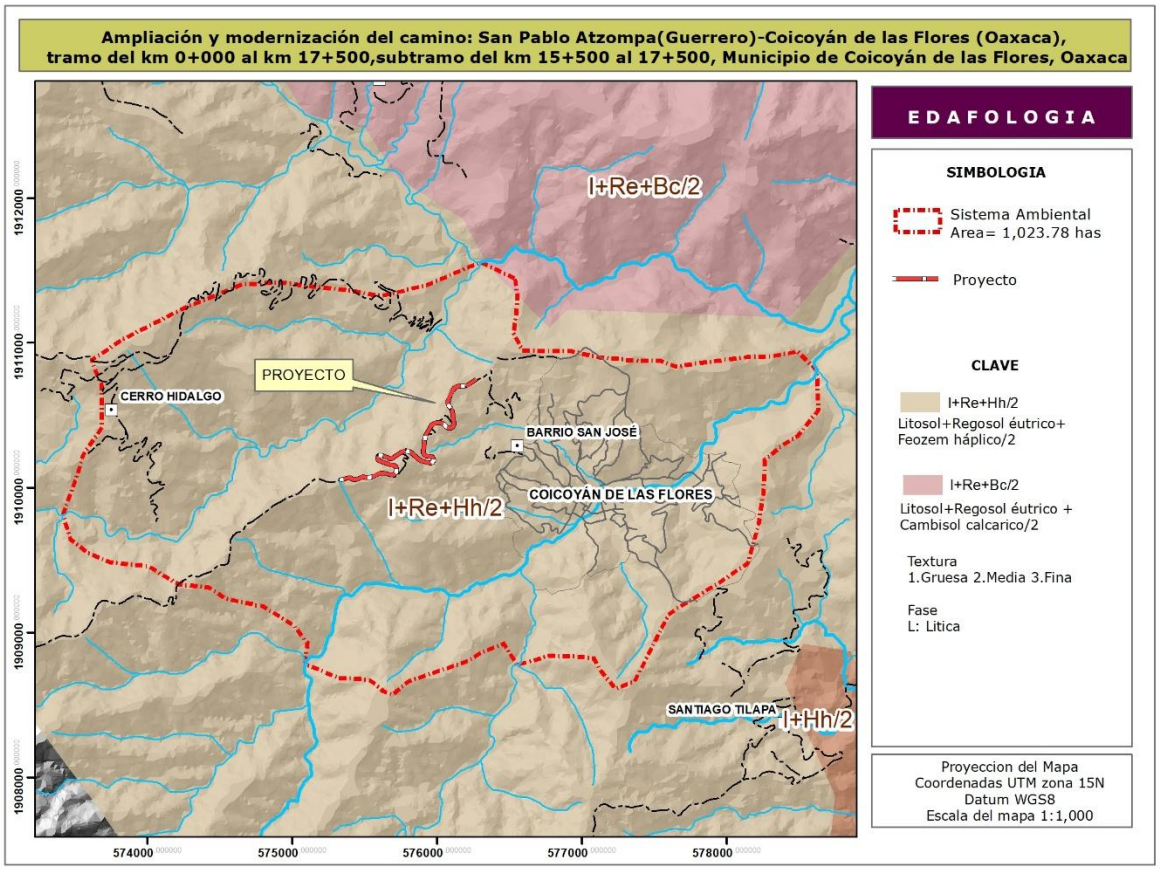


Figura 4.5 Tipos de suelos presentes en el SA y el proyecto.

d) Hidrología superficial: El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado por la microcuenca se enmarca dentro de una jerarquía hidrológica de mayor escala, la cual se define de la siguiente manera, de acuerdo con la clasificación oficial:

De acuerdo con la información proporcionada, el mapa de hidrología superficial muestra el contexto regional en el que se ubica el proyecto de ampliación y modernización del camino entre San Pablo Atzompa, Guerrero, y Coicoyán de las Flores, Oaxaca, específicamente en el subtramo del km 15+500 al 17+500. El mapa incluye una serie de localidades y elementos hidrológicos que permiten comprender la posición del área de estudio dentro de la red hidrográfica regional.

El proyecto se localiza dentro de la **Región Hidrológica 18-Balsas**, una de las regiones hidrológicas más importantes de México, que abarca parte de los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Estado de México y Michoacán, y drena hacia el río Balsas, que a su vez desemboca en el Océano Pacífico. Esta región se caracteriza por presentar un régimen de lluvias en verano y una red hidrográfica densa en las zonas montañosas, con ríos y arroyos de caudal variable que descienden de la Sierra Madre del Sur.

En el mapa se observan numerosos municipios y localidades que rodean el área del proyecto, tales como San Mateo Nejápar, Santiago Tamazola, Silacayoápam, Alcozauca de Guerrero, Metlatónoc, Cochoapa el Grande y Santiago Juxtlahuaca, entre otros. La presencia de estos topónimos indica que la zona se encuentra en una región densamente poblada de la Mixteca, caracterizada por una topografía accidentada y una red de caminos que conectan comunidades rurales dispersas.

Aunque el mapa no muestra explícitamente la traza de ríos o arroyos, la inclusión de la Región Hidrológica 18-Balsas y la ubicación del proyecto en un contexto de alta montaña y laderas, como se ha observado en los análisis previos de geología, edafología y vegetación, permite inferir que el área es atravesada por múltiples corrientes intermitentes y permanentes de corto recorrido, típicas de las cabeceras de cuenca. Estos escurrimientos se originan en las partes altas de la sierra y descienden hacia valles más amplios, alimentando eventualmente afluentes del río Balsas.

La presencia del **Proyecto** en este contexto hidrológico tiene implicaciones importantes para la obra vial:

1. **Cruces de agua:** No aplica ya que el proyecto no cruza ninguna corriente de agua.
2. **Manejo de aguas pluviales:** Dado el clima templado con lluvias en verano identificado previamente, durante la temporada de lluvias (mayo a octubre) se proponen obras de drenaje menor los escurrimientos superficiales pueden aumentar significativamente, lo

que exige un diseño adecuado de cunetas, contracunetas y obras de protección para evitar la erosión de taludes y la socavación de la base del camino.

3. **Zonas de recarga:** Las partes altas donde se ubica el proyecto funcionan como zonas de recarga de acuíferos, por lo que la construcción debe realizarse con técnicas que minimicen la compactación del suelo y la alteración de los flujos hídricos naturales.
4. **Riesgo de inundaciones y deslaves:** En un terreno montañoso con suelos someros (leptosoles) como los identificados en el mapa edafológico, las lluvias intensas pueden generar deslaves y flujos de lodo, especialmente si la cobertura vegetal se ve afectada, lo que representa un riesgo para la vialidad.

En resumen, el mapa de hidrología superficial sitúa al proyecto dentro de la **Región Hidrológica 18-Balsas**, en un contexto de cabeceras de cuenca con múltiples escurrimientos que deben ser considerados en el diseño y construcción del camino para garantizar su estabilidad y durabilidad, así como para minimizar los impactos sobre la hidrodinámica local y los ecosistemas acuáticos y riparios asociados.

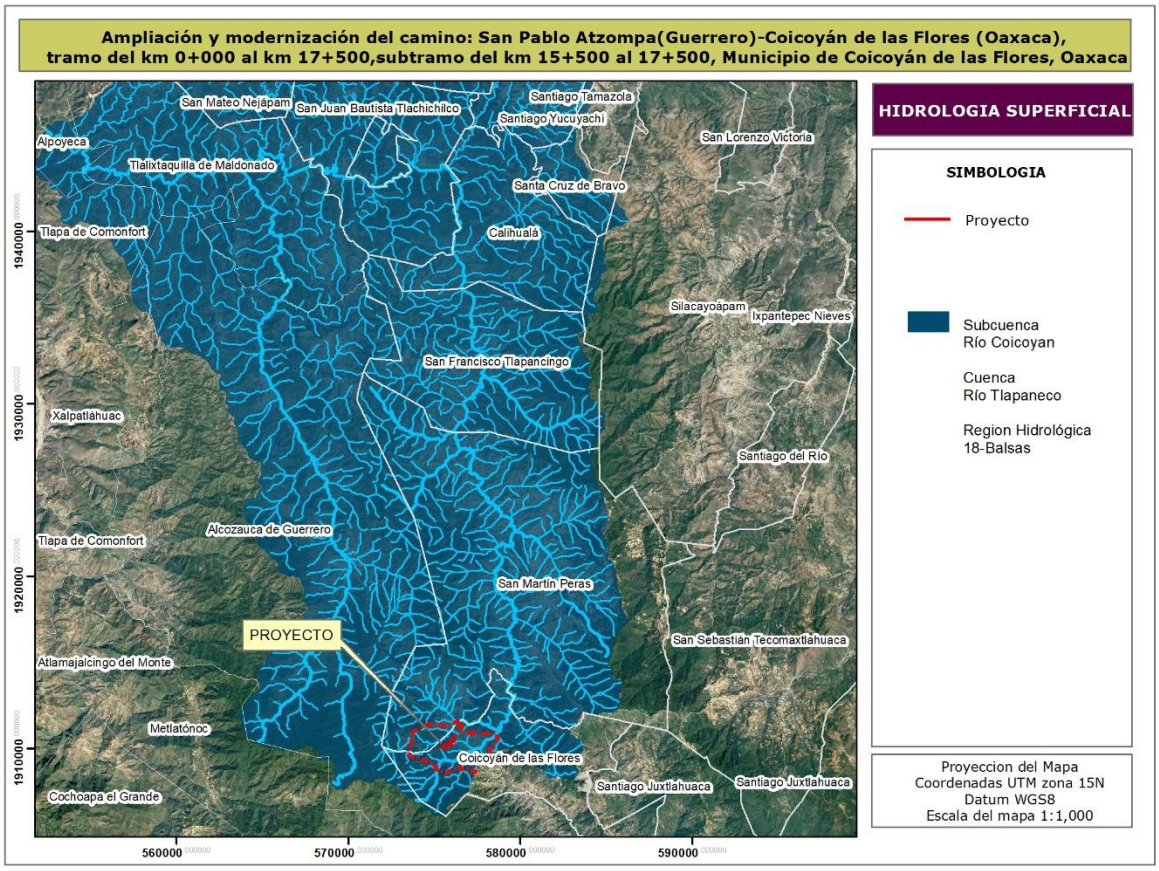


Figura 4.6 Hidrología superficial, cuencas y subcuencas hidrológicas.

e) **Hidrología subterranea**: Con base en los resultados de búsqueda, los acuíferos Tlapa-Huamuxtitlán y Cuajinicuilapa, ambos localizados en el estado de Guerrero. Esta información es relevante para el proyecto de ampliación y modernización del camino, ya que la zona de estudio se encuentra en la región hidrológica compartida entre Guerrero y Oaxaca.

Acuífero Tlapa-Huamuxtitlán (Clave 1201)

- **Ubicación y Extensión:** Este acuífero se localiza entre los límites de los estados de Guerrero y Oaxaca, abarcando una superficie de **4,759.06 km²**. En el estado de Guerrero, comprende totalmente los municipios de Alpoyeca, Copanatoyac, Huamuxtitlán, Xalpatláhuac, Xochihuehuetlán y Tlalixtaquilla de Maldonado. El proyecto en

Coicoyán de las Flores se ubica en una región cercana a estos límites, por lo que es importante considerar la dinámica de este acuífero.

- **Administración y Estatus:** Es un acuífero regulado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y forma parte de la Región Hidrológico-Administrativa Balsas. Es crucial destacar que, mediante un acuerdo publicado en 2013, se **suspendió provisionalmente el libre alumbramiento de aguas** en este acuífero. Esto significa que está prohibida la perforación de nuevos pozos o el incremento de volúmenes de extracción sin la concesión correspondiente, con el fin de prevenir el abatimiento del manto acuífero y el deterioro de la calidad del agua.
- **Disponibilidad de Agua:** A pesar de las medidas de control, los estudios técnicos de CONAGUA indican que el acuífero cuenta con disponibilidad de agua. La disponibilidad media anual se ha actualizado en varias ocasiones, siendo la más reciente (con corte a 2014) de **10.05137 millones de metros cúbicos anuales (Mm³/año)**. Esto sugiere que, aunque no sobreexplotado, se gestiona de manera cautelosa para asegurar su sustentabilidad.

Acuífero Cuajinicuilapa

- **Ubicación y Geología:** Este acuífero se localiza en la parte baja de la cuenca del río Quetzala, en el estado de Guerrero. Se caracteriza por estar formado por una serie de **rellenos aluviales** que cubren una **fosa tectónica**, lo que crea las condiciones ideales para el almacenamiento de agua subterránea. Este tipo de geología lo convierte en un reservorio natural importante.
- **Tipo y Dinámica:** Se trata de un acuífero de **tipo libre**, donde la recarga principal proviene de la infiltración a lo largo de los lechos de los ríos Quetzala y Santa Catarina, así como de la lluvia directa sobre el valle. La interacción entre el agua superficial y subterránea es muy dinámica, formando **zonas hiporreicas** (áreas de intercambio en los lechos de los ríos) que influyen en la calidad fisicoquímica del agua.

- **Disponibilidad y Extracción:** A diferencia de muchos acuíferos en México, el acuífero de Cuajinicuilapa **no presenta problemas de abatimiento** gracias a los escurrimientos superficiales y al régimen de lluvias. Los estudios indican que existe una amplia disponibilidad de agua. Fuentes de CONAGUA estimaban una disponibilidad de aproximadamente **317 Mm³/año** a principios de la década de 2000. Información más reciente de 2016 señala que el volumen disponible es de **180 Mm³/año**, de los cuales se permite la extracción de **150 Mm³/año**, lo que confirma un balance positivo.
- **Calidad del Agua:** Aunque la cantidad no es un problema, se ha detectado que la calidad fisicoquímica del agua se ha visto **ligeramente alterada**. Esto se debe, en parte, a la presencia de cuerpos de agua superficiales aislados que presentan eutrofización y que, al infiltrarse, afectan la composición química del agua subterránea en las zonas aledañas.

Relación con el Proyecto Vial

Para el proyecto de ampliación y modernización del camino en el subtramo de Coicoyán de las Flores, la información sobre estos acuíferos es relevante por las siguientes razones:

1. **Zona de Recarga:** El proyecto se desarrolla en un área de alta montaña, la cual funciona como una zona de recarga natural para los acuíferos de la región, incluyendo posiblemente al Tlapa-Huamuxtitlán. Las obras de construcción deben realizarse con técnicas que minimicen la compactación del suelo y la alteración de los flujos hídricos naturales para no afectar esta recarga.
2. **Regulación del Agua (Tlapa-Huamuxtitlán):** Dado que el acuífero Tlapa-Huamuxtitlán se encuentra bajo un régimen de **suspensión de libre alumbramiento**, cualquier necesidad de extracción de agua subterránea para la construcción (por ejemplo, para el manejo de

polvos o la preparación de mezclas) deberá sujetarse estrictamente a las autorizaciones de CONAGUA y a la normativa vigente.

3. **Interacción con Aguas Superficiales (Cuajinicuilapa):** La estrecha relación entre aguas superficiales y subterráneas en sistemas como el de Cuajinicuilapa subraya la importancia de un manejo cuidadoso de los cauces y escurrimientos durante la obra. La construcción de obras de drenaje transversal (alcantarillas, puentes, vados) debe diseñarse para no interrumpir los procesos de recarga natural que ocurren a lo largo de los lechos de los ríos y arroyos.

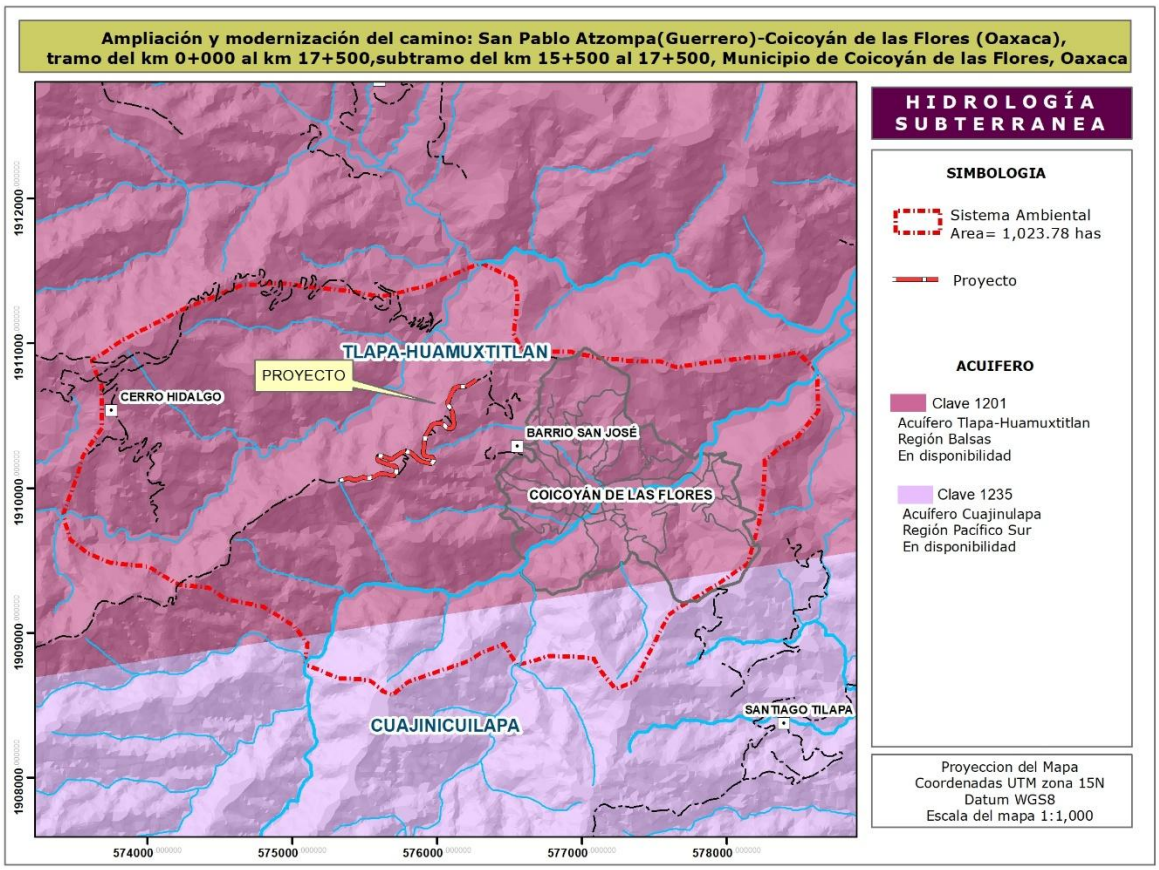


Figura 4.7 Hidrología subterranea.

IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

IV.2.2.1 COMPONENTE VEGETACION Y FLORA

a) Vegetación terrestre: Para conocer a las especies de posible registro, se consultó al Portal de Datos Abiertos de la UNAM (https://datosabiertos.unam.mx). Se realizó trabajo de campo en el periodo del 08 -22 de enero de 2026. Se realizó un muestreo aleatorio, se seleccionó este método debido a que Consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los investigadores (que para este caso son los diferentes tipos de uso de suelo y/o vegetación), dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad se pueden hacer estimaciones puntuales. Por el tipo de vegetación presente en el área se consultaron los trabajos Flora de Veracruz. Además, se cotejaron los registros con los herbarios virtuales: Tropicos, J STOR Global Plants y Unibio-UNAM para corroborar la identificación. Se enfatizó en la estructura arbórea y en elementos que pudieran estar incorporados en las listas de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010, Lista roja de la CITES y UICN). Los tipos de vegetación se diferenciaron con base en atributos fisonómicos. La nomenclatura usada combina criterios de las clasificaciones de Miranda y Hernández-X. (1963) y Rzedowski (1978).

Para conocer la composición se establecieron 6 cuadrantes (3 en el **AP**= área del proyecto y 3 en el **SA**= sistema ambiental) de 10 x 20 m que corresponde a un cuadrante que abarca la superficie de la obra. El diseño metodológico aplicado al estudio de flora se fundamentó en los siguientes criterios. En primer lugar, la selección de tres sitios de muestreo: a) el área del proyecto, b) una zona aguas abajo dentro del área de influencia y c) un sistema ambiental, ya que exigen evaluar no solo el impacto directo, sino también las áreas circundantes para identificar efectos acumulativos y sinérgicos (SEMARNAT, 2009). La uniformidad en el tamaño de los sitios garantiza

comparabilidad estadística, tal como lo indica Zar (2010), donde señala que muestras de igual dimensión reducen sesgos en análisis ecológicos.

La decisión de mantener un tamaño homogéneo en los tres sitios de muestreo se sustenta en principios estadísticos clave para minimizar errores metodológicos en estudios ecológicos (*op. Cit.*), la estandarización del área de muestreo es fundamental para:

1. **Reducir la varianza no atribuible al tratamiento**: En este caso, al comparar la flora entre sitios impactados y no impactados, diferencias en el tamaño de las parcelas introducirían ruido estadístico. Por ejemplo, una parcela más grande podría artificialmente registrar mayor riqueza de especies solo por su extensión, no por condiciones ecológicas reales (*pseudoreplicación*).

2. **Garantizar la homogeneidad en el esfuerzo de muestreo**: Zar (2010) enfatiza que, en diseños comparativos, la equiparabilidad espacial permite aislar el efecto de la variable de interés al controlar factores como heterogeneidad del hábitat o densidad de vegetación.

3. **Facilitar análisis paramétricos**: Métodos como ANOVA o pruebas *t* asumen homocedasticidad (varianzas iguales entre grupos), condición que se ve favorecida al usar áreas de muestreo idénticas. Esto es crítico para validar diferencias significativas en métricas como diversidad (índice de Shannon) o abundancia (Zar, 2010).

Esta estandarización permite minimizar sesgos en los análisis comparativos, particularmente aquellos relacionados con el efecto de borde y la detectabilidad diferencial de especies entre sitios (Krebs, 2014). Además, cumple con las recomendaciones técnicas para inventarios biológicos que señalan la necesidad de uniformizar las unidades de muestreo cuando el objetivo es realizar comparaciones cuantitativas o meta-análisis. En el presente estudio, esta homogeneización metodológica asegura que: (1) las

diferencias en composición florística observadas entre sitios reflejen verdaderas variaciones ecológicas y no artefactos del diseño muestral; y (2) los resultados sean consistentes y comparables en futuras evaluaciones de seguimiento ambiental, particularmente en las etapas posteriores a la construcción de la obra (figura 1).

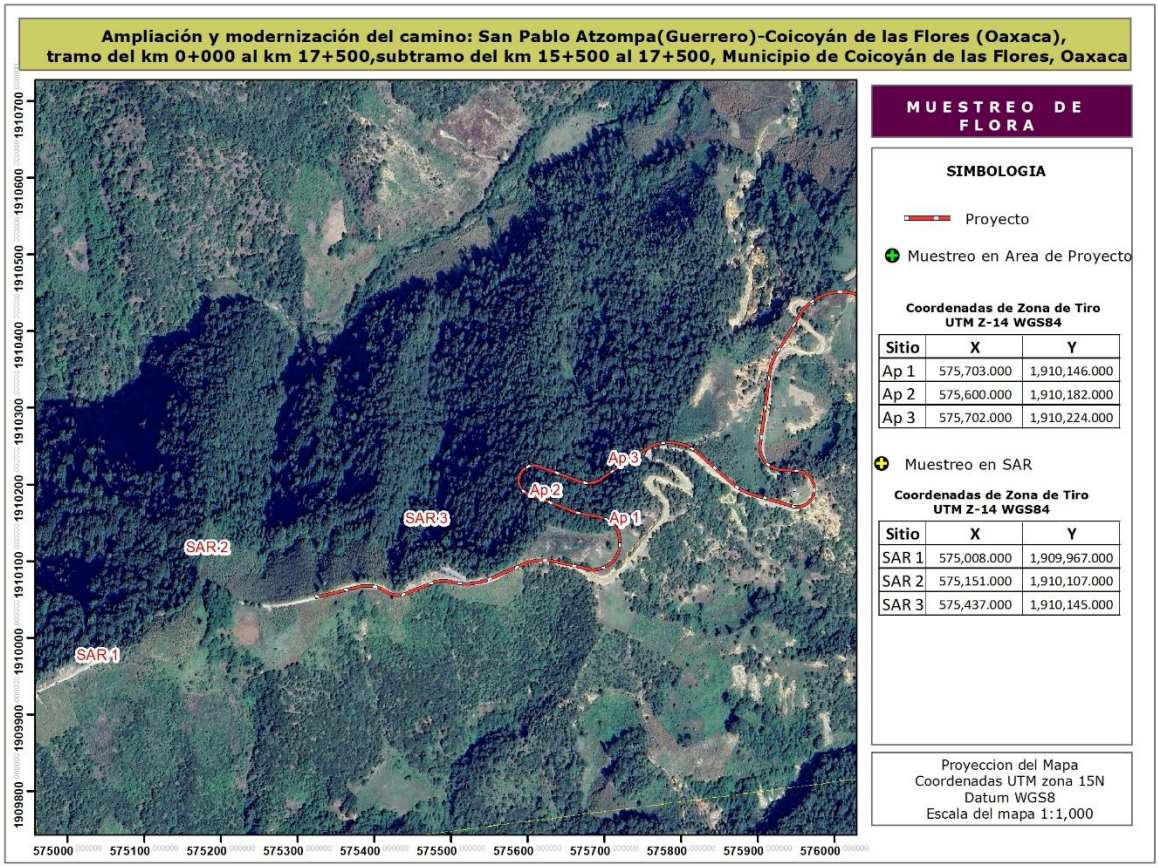


Figura 1. Cuadrantes para el monitoreo de la flora silvestre AP (icono blanco) AIP (iconos en azul) y SA (iconos en naranja).

Análisis de datos

La composición de poblaciones y comunidades se analizó mediante el uso de índices de diversidad a una escala dentro de las comunidades (alfa) y a través del recambio entre estas (beta).

Diversidad alfa: Para conocer la diversidad entre el área del proyecto y en el sistema ambiental se estimó la diversidad verdadera (Jost, 2006) obteniendo a partir del exponencial de índice de entropía de Shannon (op. cit.):

$${}^{1}D = exp(H') = exp[-(\sum_{i=1}^{s} p_i ln p_i)]$$

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras son iguales (proyecto vs SA), se siguió el procedimiento modificado por Hutcheson (citado por Zar, 1996).

Así mismo, se estimó el índice de dominancia, ya que además de considerar el valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Se empleó el índice de Simpson representa la probabilidad de que 2 individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita corresponda a la misma especie.

D=1- Σ (pi)2
Donde

D=índice de diversidad Simpson
Pi= proporción de individuos de la especie, en la comunidad

Este índice concede poca importancia a especies no abundantes. La gama de valores va de 0 (diversidad baja) hasta un máximo de (1-1/S) en S=número de especies.

Se estimó el índice de Shannon-Wiener. Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola

especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde:

pi = abundancia proporcional de la especie i
In = logaritmo natural

Para conocer la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se empleó la equidad de Pielou, sus valores van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:
H'= índice de Shannon
H'max = ln (S).

Se arreglaron los datos en una matriz de abundancia y analizo con el programa PAST 3.01 (Hammer et al., 2001).

Diversidad Beta: Para poder hacer comparaciones y estimar el grado de afectación del proyecto en el SAR y debido a lo heterogéneo del área se empleó un análisis de diversidad beta (Koleff et al., 2003). La diversidad beta se ha definido como el grado de reemplazo o cambio biótico a través de gradientes ambientales, para nuestro caso se evalúo con base en índices o coeficientes de similitud de Morisita-Horn (Moreno, 2001), basados en incidencia, para lo cual se empleó la siguiente formula:

$$I_{M-H} = \frac{2\sum(an_i \times bn_j)}{(da + db)aN \times bN}$$

Donde

ani = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

bnj = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$da = \Sigma ani^2 / aN^2$

$db = \Sigma bnj^2 / bN^2$

Se arreglaron los datos en una matriz de presencia ausencia y analizo con el **programa SPADE** (Chao y Shen, 2010).

Para conocer el número de especies a registrar se empleó el estimador no paramétrico de Chao 1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra.

RESULTADOS

COMPONENTE FLORA

Diversidad y abundancia

El análisis de la flora revela diferencias significativas en la abundancia y riqueza de especies entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. En términos generales, el inventario registra un total de 300 individuos distribuidas en 22 especies identificadas, con una clara dominancia del género Quercus (encinos), que presenta la mayor diversidad de especies y la mayor abundancia de individuos, lo que indica que la zona corresponde a

un bosque de encinos característico de la región. En el Área del Proyecto se contabilizaron 152 individuos en el estrato arbóreo, distribuidos en tres sitios de muestreo, donde la especie más abundante es el Encino blanco (*Quercus scytophylla*) con 60 individuos, seguido del Aile (*Alnus acuminata*) con 28 individuos y el Encino colorado (*Quercus elliptica*) con 20 individuos, mientras que otras especies como Bolitas (*Cartrema americana*), Encino avellano (*Quercus peduncularis*) y Encino laurel (Quercus acutifolia) presentan abundancias menores, lo que otorga una riqueza arbórea de 6 especies en AP. En los estratos bajos de AP se registraron 28 individuos adicionales entre arbustos y hierbas, destacando el arbusto Buddleja cordata con 8 individuos y en el estrato herbace el helecho pteridium feei con 3 individuos, además de presencia de Solanum lanceolatum, Cartrema americana, Melastoma malabathricum, Quercus elliptica, Stevia suaveolens, Salvia elegans y Cuphea intermedia, lo que eleva la riqueza total del Área del Proyecto a 14 especies. Por su parte, en el Sistema Ambiental Regional se contabilizaron 148 individuos en el estrato arbóreo, donde también domina el Encino blanco (Quercus scytophylla) con 47 individuos, seguido del Encino avellano (Quercus peduncularis) con 17 individuos y el Encino laurel (Quercus acutifolia) con 11 individuos, mientras que Aile (Alnus acuminata) presenta 16 individuos, Encino colorado (Quercus elliptica) 3 individuos, Madroño (Arbusto jalapensis) 5 individuos, Encino amarillo (Quercus magnolifolia) 3 individuos, y con un individuo cada uno aparecen Bolitas (Cartrema americana), Huevecillos (Solanum sp) y una especie adicional no numerada, sumando una riqueza arbórea de 10 especies en SAR. En los estratos arbustivo y herbáceo de SAR se registraron 46 individuos, con una notable diversidad de arbustos como Solanum sp (6 individuos), Buddleja cordata (4 individuos), Vaccinium stenophyllum (5 individuos), Roldana barba-johannis (5 individuos), Alnus acuminata (3 individuos), Solanum lanceolatum (3 individuos), Wigandia urens (1 individuo), Cartrema americana (1 individuo) y Oreopanax xalapensis (1 individuo), mientras que en el estrato herbáceo destacan Lopezia racemosa

(4 individuos), Salvia elegans (5 individuos), Adiantum poiretii (4 individuos), pteridium feei (3 individuos), Stevia suaveolens (2 individuos) y Melastoma malabathricum (1 individuo), lo que eleva la riqueza total del Sistema Ambiental Regional a aproximadamente 21 especies. En conjunto, los datos muestran que el SAR presenta una mayor riqueza de especies tanto en el estrato arbóreo como en los estratos bajos (21 especies en total) en comparación con el AP (14 especies en total), aunque el AP tiene una mayor abundancia de individuos arbóreos (152 frente a 148), lo que sugiere que el Área del Proyecto podría tener una estructura forestal más densa pero con menor diversidad debido a lo perturbado del area, mientras que el Sistema Ambiental Regional alberga una comunidad vegetal más diversa y heterogénea, con mayor presencia de especies arbustivas y herbáceas que contribuyen a la complejidad del ecosistema.

Descripción de estratos

El análisis de la abundancia por estratos revela diferencias estructurales importantes entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). En términos globales, se registraron 300 individuos, con una distribución ligeramente superior en AP (152 individuos) frente a SAR (148 individuos), lo que indica una densidad similar pero con una organización vertical distinta. En el estrato arbóreo, AP concentra 124 individuos, representando el 81.5% de su abundancia total, dominado ampliamente por *Quercus scytophylla* (59 individuos), seguido de *Alnus acuminata* (28 individuos) y *Quercus elliptica* (17 individuos), lo que refleja un dosel denso pero con menor diversidad arbórea (7 especies). En contraste, SAR presenta 102 individuos arbóreos (68.9% de su abundancia), donde también domina *Quercus scytophylla* (47 individuos), pero con una distribución más equitativa entre especies como *Quercus peduncularis* (17 individuos), *Alnus acuminata* (13 individuos) y *Quercus acutifolia* (11 individuos), sumando 9 especies arbóreas, lo que indica una mayor riqueza en el dosel. En el estrato arbustivo, SAR duplica en abundancia a AP (28 frente a 18 individuos) y

presenta una diversidad notablemente superior, con 10 especies frente a solo 5 en AP. Destacan en SAR *Roldana barba-johannis* (5 individuos), *Vaccinium stenophyllum* (5 individuos) y *Buddleja cordata* (4 individuos), mientras que en AP el arbusto dominante es *Buddleja cordata* (8 individuos), que concentra casi la mitad de los registros arbustivos, sugiriendo un sotobosque más homogéneo. En el estrato herbáceo, SAR también supera a AP con 18 individuos frente a 10, y muestra una distribución más equilibrada entre especies como *Salvia elegans* (5 individuos), *Adiantum poiretii* (4 individuos) y *Lopezia racemosa* (4 individuos), mientras que en AP dominan *pteridium feei* (3 individuos) y *Stevia suaveolens* (3 individuos), con el resto de las especies representadas por un solo individuo. En conjunto, los datos indican que el Área del Proyecto tiene una estructura vertical dominada por el estrato arbóreo con alta densidad pero menor diversidad en los estratos bajos, lo que podría asociarse a un bosque más cerrado o con menor perturbación que limita el desarrollo del sotobosque. Por el contrario, el Sistema Ambiental Regional presenta una distribución más equilibrada entre los tres estratos, con una riqueza significativamente mayor en arbustos y hierbas, lo que sugiere un ecosistema más heterogéneo, con mayor disponibilidad de luz en el sotobosque o condiciones ecológicas que favorecen una mayor diversidad vegetal en todos los niveles estructurales.

Análisis de diversidad alfa

El análisis de los índices de diversidad alfa revela diferencias profundas en la estructura y composición de las comunidades vegetales entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), a pesar de que ambos sitios presentan un número casi idéntico de individuos muestreados, con 152 en AP y 148 en SAR. La riqueza de especies es marcadamente superior en SAR, que alberga 21 especies frente a las 14 de AP, lo que representa un 50% más de diversidad taxonómica en el sitio regional y sugiere una mayor heterogeneidad ambiental o condiciones ecológicas más favorables para la coexistencia de especies. Los índices de dominancia confirman esta

diferencia, ya que AP presenta un valor de Dominance_D de 0.2184, indicando una mayor concentración de individuos en pocas especies, mientras que SAR, con 0.1356, muestra una distribución más equitativa; esto se refleja en el índice de Simpson, donde la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de especies diferentes es del 78% en AP pero alcanza el 86% en SAR. El índice de Shannon-Wiener, que integra riqueza y equitatividad, es de 1.914 en AP, lo que indica una diversidad moderada cercana al límite inferior, mientras que en SAR alcanza 2.537, un valor considerado de diversidad alta y ecológicamente significativo por su diferencia de más de 0.6 puntos. La equitatividad, medida a través de Evenness y el índice de Pielou, es consistentemente más baja en AP con 0.4843 y 0.7091 respectivamente, frente a 0.6021 y 0.8112 en SAR, lo que demuestra que en AP las abundancias están menos uniformemente repartidas y unas pocas especies concentran la mayoría de los individuos, mientras que en SAR la comunidad es más balanceada. Los índices de riqueza específica que corrigen por el número de individuos, como Menhinick, Margalef y Fisher_alpha, son entre un 50% y un 78% superiores en SAR, con valores de 1.726, 4.002 y 6.684 respectivamente, frente a 1.136, 2.588 y 3.759 en AP, confirmando que SAR tiene una riqueza de especies mucho mayor de lo que cabría esperar por su abundancia total. El índice de Berger-Parker, que mide la proporción de la especie más abundante, muestra que en AP una sola especie concentra casi el 40% de los individuos (0.3947), mientras que en SAR la especie dominante representa el 31.8% (0.3176), lo que indica una menor presión de dominancia y una mayor oportunidad para la coexistencia de especies en SAR. Finalmente, los estimadores de riqueza total como Chao-1, iChao-1, ACE y Squares proyectan que en AP podrían existir entre 17 y 24 especies, lo que sugiere que el muestreo pudo haber dejado de detectar entre 3 y 10 especies raras, mientras que en SAR las estimaciones oscilan entre 21 y 22 especies, muy cercanas a las 21 ya registradas, lo que indica que el inventario en SAR fue prácticamente exhaustivo. En conjunto, estos datos demuestran que el

Sistema Ambiental Regional alberga una comunidad vegetal significativamente más diversa, rica y equitativa que el Área del Proyecto, con una estructura más balanceada y una mayor heterogeneidad ecológica, mientras que el Área del Proyecto presenta una comunidad más simplificada y dominada por pocas especies, lo que podría estar asociado a diferencias en el historial de perturbación, las condiciones ambientales o el manejo del sitio, siendo estos resultados coherentes con los análisis previos de abundancia por estratos que ya mostraban una mayor riqueza de arbustos y hierbas en SAR.

Tabla 1. Comparación de la diversidad alfa entre el AP: área del proyecto, AIP: área de influencia del proyecto y SA: sistema ambiental para el total de la comunidad de flora.

Parámetro	**AI**	**SA**
Taxa_S	14	21
Individuals	152	148
Dominance_D	0.2184	0.1356
Simpson_1-D	0.7816	0.8644
Shannon_H	1.914	2.537
Evenness_e^H/S	0.4843	0.6021
Brillouin	1.737	2.255
Menhinick	1.136	1.726
Margalef	2.588	4.002
Equitability_J	0.7091	0.8112
Fisher_alpha	3.759	6.684
Berger-Parker	0.3947	0.3176
Chao-1	16.98	21.25
iChao-1	23.8	21.67
ACE	17.91	21.62
Squares	17.58	21.57

La prueba de t modificada por Hutcheson es un método estadístico específicamente diseñado para comparar si la diferencia entre los índices de diversidad de Shannon de dos comunidades es estadísticamente significativa, tomando en cuenta la varianza de cada estimación. En este caso, se comparan los índices de Shannon del Área del Proyecto (AP) y del Sistema Ambiental Regional (SAR), cuyos valores son 1.8713 y 2.4697 respectivamente, con varianzas asociadas de 0.0075468 para AP y 0.0086341 para SAR. El estadístico t calculado es de -4.7043, con 298.07 grados de libertad, y el valor de probabilidad (p) obtenido es de 3.90×10^{-6}, lo que equivale a 0.0000039. Este valor es extremadamente bajo y muy inferior al umbral convencional de significancia estadística de 0.05, lo que indica que la probabilidad de que la diferencia observada entre ambos índices se deba al azar es prácticamente nula, aproximadamente de 0.00039%. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de que las diversidades de ambos sitios son iguales, y se concluye que existe una diferencia altamente significativa entre la diversidad de especies del Área del Proyecto y la del Sistema Ambiental Regional. Este resultado estadístico robusto confirma que la comunidad vegetal de SAR es significativamente más diversa que la de AP, respaldando de manera contundente los análisis descriptivos previos que mostraban mayores valores de riqueza, equitatividad y diversidad en el sitio regional. La solidez de esta prueba, con un valor de p extremadamente bajo y un número elevado de grados de libertad, proporciona una base estadística sólida para afirmar que las diferencias ecológicas observadas entre ambos sitios son reales y no producto del azar muestral.

Tabla 2. Prueba de t entre pares de comunidades bióticas.

Shannon index			
AP	SAR		
H:	1.8713	H:	2.4697
Variance:	0.0075468	Variance:	0.0086341
t:	-4.7043		
df:	298.07		
p(same):	3.90E-06		

Tabla 3 Especies identificadas que se encuentran en la zona del proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional (SAR).

Estrato/ Especie	**AP**	**SAR**
ARBOREO	**124**	**102**
Alnus acuminata	28	13
Arbusto jalapensis		5
Cartrema americana	3	1
Quercus acutifolia	1	11
Quercus elliptica	17	3
Quercus magnolifolia		3
Quercus peduncularis	16	17
Quercus scytophylla	59	47
Solanum sp		2
ARBUSTIVO	**18**	**28**
Alnus acuminata		3
Buddleja cordata	8	4
Cartrema americana	2	1
Melastoma malabathricum	2	2
Oreopanax xalapensis		1
Quercus elliptica	3	
Quercus scytophylla	1	
Roldana barba-johannis		5
Solanum lanceolatum	2	3
Solanum sp		3
Vaccinium stenophyllum		5
Wigandia urens		1
HERBACEO	**10**	**18**
Adiantum poiretii	1	4
Cuphea intermedia	1	
Lopezia racemosa		4

Melastoma malabathricum	1	1
pteridium feei	3	2
Salvia elegans	1	5
Stevia suaveolens	3	2

Diversidad beta

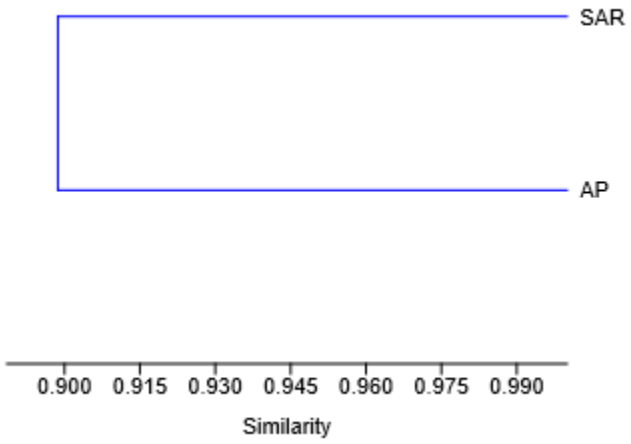
La matriz del Índice de Morisita (o de Morisita-Horn) cuantifica la similitud en composición y abundancia de especies entre los sitios de estudio (AP, SA). A diferencia de otros índices beta que solo consideran presencia/ausencia, el Morisita pondera la abundancia relativa de cada especie, siendo sensible a las diferencias en las especies dominantes.

El análisis de la tabla de diversidad beta mediante el índice de Morisita revela un valor de 0.8987 en la comparación entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Este índice, que mide la similitud en la composición de especies considerando tanto la presencia como la abundancia de cada una, arroja un valor muy cercano a 1 (que representaría la similitud perfecta), lo que indica una altísima similitud entre las comunidades vegetales de ambos sitios. El índice de Morisita para la flora alcanza un 89.9%, lo que significa que las comunidades vegetales de AP y SAR comparten no solo las mismas especies dominantes, sino también proporciones de abundancia muy similares entre ellas.

Este resultado tan elevado tiene implicaciones ecológicas importantes. Por un lado, indica que ambos sitios forman parte del mismo tipo de vegetación, probablemente un bosque de encinos donde las especies del género Quercus dominan de manera similar en ambos lugares. Los análisis previos de abundancia ya mostraban que Quercus scytophylla era la especie más abundante en ambos sitios (59 individuos en AP y 47 en SAR), seguida de patrones consistentes con Alnus acuminata y Quercus peduncularis, lo que explica la alta similitud cuantitativa que detecta el índice de Morisita. Sin embargo, esta alta similitud contrasta con los resultados de diversidad alfa,

que mostraban que SAR tiene una riqueza significativamente mayor (21 especies frente a 14) y una diversidad de Shannon significativamente superior según la prueba de Hutcheson. Esta aparente paradoja se resuelve al entender que el índice de Morisita es sensible a las especies más abundantes, que son las mismas en ambos sitios, pero menos sensible a las especies raras o de baja abundancia, que son precisamente las que marcan la diferencia en la riqueza total.

En términos prácticos, la alta similitud de Morisita indica que la estructura de la comunidad vegetal en términos de las especies dominantes y sus proporciones relativas es prácticamente idéntica entre AP y SAR. Ambos sitios funcionan ecológicamente de manera similar en cuanto a las especies que aportan la mayor biomasa y cobertura. No obstante, SAR presenta un "plus" de diversidad representado por especies arbustivas y herbáceas adicionales que, aunque aumentan significativamente la riqueza total y los índices de diversidad, no son lo suficientemente abundantes como para modificar sustancialmente el índice de Morisita. Desde una perspectiva de conservación, esto significa que el Área del Proyecto ya contiene los elementos estructurales y las especies dominantes propias del ecosistema regional, pero el Sistema Ambiental Regional actúa como un reservorio de biodiversidad que alberga especies adicionales que enriquecen la comunidad sin alterar su fisonomía básica, lo que refuerza la importancia de conservar ambos sitios de manera complementaria.



Dendrograma de similitud

Tabla 6 Valores de similaridad y distancia (Morisita-Horn)

	AP	SAR
AP	1	0.89867823
SAR	0.89867823	1

Tipo de vegetación

De acuerdo con los datos de flora proporcionados, es posible determinar que tanto el Área del Proyecto (AP) como el Sistema Ambiental Regional (SAR) corresponden al mismo tipo de vegetación, clasificado como Bosque de Encinos o encinar. Esta conclusión se basa en el análisis de la composición florística, donde el género Quercus (encinos) es abrumadoramente dominante en ambos sitios, representando el 75% de los individuos arbóreos en el AP y el 76.5% en el SAR, con especies como *Quercus scytophylla, Quercus elliptica, Quercus peduncularis, Quercus acutifolia* y, en el caso del SAR, también *Quercus magnolifolia.* La presencia constante de Alnus acuminata (aile) como especie acompañante, junto con un sotobosque compuesto por arbustos como Buddleja cordata, Vaccinium stenophyllum y Solanum spp., y herbáceas como Salvia elegans, helechos (Adiantum

poiretii y Pteridium feei) y Stevia suaveolens, es consistente con la estructura típica de un bosque templado de encinos bien desarrollado en las regiones montañosas de México. Por lo tanto, ambos sitios comparten la misma fisonomía vegetal y pertenecen a la misma comunidad ecológica de bosque templado, siendo la diferencia principal entre ellos no el tipo de vegetación, sino su diversidad interna y la riqueza de especies, donde el SAR presenta una mayor heterogeneidad especialmente en los estratos arbustivo y herbáceo, como se evidenció en los análisis de diversidad alfa previamente realizados.



Vista general de la vegetación del AP



Vista general del SA

VOLUMEN

Para la estimación del volumen total de fuste por árbol, se emplearon las ecuaciones alométricas desarrolladas por el Inventario Nacional Forestal para el estado de Oaxaca. Estas fórmulas permiten calcular el volumen a partir de variables dendrométricas de fácil medición en campo, específicamente el diámetro normal (DN) y la altura total (AT) de cada individuo.

La ecuación general aplicada corresponde a un modelo de regresión logarítmica de la forma:

$$V = e^{(-10.71439546+1.97139127\cdot \ln(DN)+1.06409203\cdot \ln(AT))}$$

Donde:

- **V** = Volumen total del fuste (en metros cúbicos)
- **DN** = Diámetro normal (cm), medido a 1.30 m de altura
- **AT** = Altura total (m), desde la base del árbol hasta el ápice
- **ln** = Logaritmo natural

- **e** = Base de los logaritmos naturales (aproximadamente 2.71828)

La decisión de utilizar una ecuación generalizada para todas las especies se basa en su validación por el Inventario Nacional Forestal para el estado de Oaxaca, considerando que las especies del género *Quercus* y las especies asociadas presentan características estructurales similares que permiten la aplicación de un modelo común sin introducir sesgos significativos en la estimación.

El procedimiento de cálculo consistió en:

1. Medir en campo el diámetro normal (DN) de cada árbol con cinta diamétrica.
2. Estimar la altura total (AT) mediante clinómetro o hipsómetro.
3. Aplicar la ecuación para cada individuo, sustituyendo los valores de DN y AT.
4. Sumar los volúmenes individuales para obtener el volumen por especie y por sitio de muestreo.

Este método, ampliamente utilizado en estudios forestales en México, proporciona estimaciones confiables del volumen maderable y permite comparaciones estandarizadas con otros inventarios realizados en la región.

Tabla. Ecuaciones empleadas para el cálculo del volumen forestal.

Especie	**Ecuación**
Alnus acuminata	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))
Cartrema americana	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))
Quercus acutifolia	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))
Quercus elliptica	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))
Quercus peduncularis	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))

Quercus scytophylla	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(dn)+1.06409203*LN(at))

Los valores resultantes son

Especie	**VOLUMEN**
Alnus acuminata	0.8530294
Cartrema americana	0.011965671
Quercus acutifolia	0.24268902
Quercus elliptica	0.2762516
Quercus peduncularis	0.61441896
Quercus scytophylla	3.154658956
Total general	**5.153013607**

La tabla presenta los volúmenes de madera (expresados probablemente en metros cúbicos) para seis especies arbóreas registradas en el área de estudio, sumando un volumen total de **5.153 m³**. A continuación, se analiza la contribución relativa de cada especie y su significado ecológico y forestal.

Análisis de Volúmenes por Especie

1. Quercus scytophylla (Encino blanco)

- **Volumen:** 3.1547 m³
- **Porcentaje del total: 61.2%**
- **Interpretación:** Esta especie domina ampliamente el volumen maderable, representando casi dos tercios del total. Su alta contribución es consistente con los inventarios florísticos previos, donde *Quercus scytophylla* era la especie más abundante en ambos sitios (59 individuos en AP y 47 en SAR). Esto confirma que es la especie estructural del bosque, la que aporta la mayor biomasa y cobertura de dosel.

2. Alnus acuminata (Aile)

- **Volumen:** 0.8530 m³
- **Porcentaje del total: 16.6%**
- **Interpretación:** El aile es la segunda especie en importancia volumétrica, lo que refleja su abundancia en el área (28 individuos en

AP y 13 en SAR). Es una especie característica de bosques templados y de galería, asociada a suelos húmedos y cursos de agua, por lo que su presencia indica condiciones de humedad favorables.

3. Quercus peduncularis (Encino avellano)

- **Volumen:** 0.6144 m^3
- **Porcentaje del total: 11.9%**
- **Interpretación:** Esta especie de encino contribuye con un volumen moderado, coherente con su abundancia intermedia en los inventarios (16 individuos en AP y 17 en SAR). Forma parte del dosel junto con las otras especies de *Quercus*.

4. Quercus elliptica (Encino colorado)

- **Volumen:** 0.2763 m^3
- **Porcentaje del total: 5.4%**
- **Interpretación:** Aunque tiene una abundancia considerable (17 individuos en AP y 3 en SAR), su volumen es relativamente bajo en comparación con otras especies de encino, posiblemente debido a individuos de menor diámetro o altura, como se observa en los datos dasométricos donde algunos ejemplares tienen DN de 5-10 cm.

5. Quercus acutifolia (Encino laurel)

- **Volumen:** 0.2427 m^3
- **Porcentaje del total: 4.7%**
- **Interpretación:** Esta especie tiene una presencia más limitada (1 individuo en AP y 11 en SAR), pero su volumen es similar al de *Q. elliptica*, lo que sugiere que los individuos presentes pueden ser de mayor tamaño (se registraron ejemplares con DN de hasta 28 cm en SAR).

6. Cartrema americana (Bolitas)

- **Volumen:** 0.01197 m^3
- **Porcentaje del total: 0.2%**
- **Interpretación:** Esta especie tiene una contribución volumétrica marginal, lo que es consistente con su baja abundancia y porte

pequeño (individuos con DN de 5-8 cm en los inventarios). Aunque ecológicamente puede ser relevante como parte del sotobosque, su aporte a la biomasa forestal es mínimo.

Distribución del Volumen por Grupos

Grupo	Volumen (m^3)	Porcentaje
Quercus (4 especies)	4.288	**83.2%**
Alnus acuminata	0.853	**16.6%**
Cartrema americana	0.012	**0.2%**
Total	**5.153**	**100%**

- El género *Quercus* concentra el **83.2% del volumen total**, lo que confirma su papel dominante en la estructura forestal.
- *Alnus acuminata* aporta un 16.6%, siendo la única especie no encino con contribución significativa.
- *Cartrema americana* es testimonial en términos de volumen.

Conclusiones e Implicaciones

1. **Dominancia estructural de los encinos:** El bosque está claramente dominado por el género *Quercus*, que aporta más del 80% del volumen maderable. Esto es típico de los encinares templados y confirma la clasificación previa de la vegetación como Bosque de Encinos.
2. **Importancia de *Quercus scytophylla*:** Esta especie es la más importante en términos de biomasa, con más del 60% del volumen total. Su conservación es prioritaria para mantener la estructura y función del ecosistema.
3. **Papel de *Alnus acuminata*:** Aunque no es un encino, su volumen significativo indica que cumple un papel ecológico relevante, probablemente en áreas riparias o con mayor humedad, donde puede incluso dominar localmente.

4. **Baja contribución de especies acompañantes:** Especies como *Cartrema americana* tienen un volumen marginal, lo que refleja su papel en el sotobosque o como árboles de menor porte, pero no por ello carecen de importancia ecológica (pueden ser clave para fauna o para la diversidad del estrato medio).
5. **Consistencia con inventarios previos:** Los volúmenes son coherentes con las abundancias y dimensiones registradas en las tablas dasométricas, validando la consistencia de los datos.
6. **Implicaciones para el proyecto:** Si el proyecto implica la remoción de vegetación, el volumen de *Quercus scytophylla* sería el más afectado. Esto requeriría medidas de compensación forestal (reforestación con especies nativas, protección de áreas equivalentes) y, idealmente, el rescate de germoplasma para futuras restauraciones.

IV.2.2.4 COMPONENTE FAUNA

b) Fauna: Se realizó trabajo de campo en el periodo del 06 al 11 de septiembre de 2025 y del 15 al 20 de diciembre de 2025. Para el estudio de fauna silvestre, se estableció un **criterio metodológico unificado** que considera el **Área de Influencia del proyecto y el Área del Proyecto como una sola unidad de muestreo**. Esta decisión se fundamenta en los siguientes aspectos técnicos:

1. **Unidad Ecológica Continua:** El Área de Influencia y el Área del Proyecto forman parte de un mismo continuo ecológico dentro de la microcuenca delimitada, sin barreras biogeográficas que segreguen las comunidades faunísticas entre ambos sectores.
2. **Representatividad del Hábitat:** El Área de Influencia incluye y representa la totalidad de los tipos de vegetación y condiciones ambientales presentes en el Área del Proyecto, por lo que el muestreo en esta zona garantiza la caracterización completa de la comunidad faunística asociada al proyecto.

3. **Eficiencia y Representatividad del Muestreo:** Este enfoque permitió optimizar los esfuerzos de campo para obtener datos robustos y representativos de la comunidad faunística que utiliza el hábitat donde se inserta el proyecto, evitando una duplicidad innecesaria de muestreos en una unidad ecológica homogénea.

Bajo este criterio, los resultados obtenidos en el Área de Influencia se consideran representativos y aplicables para la evaluación de las condiciones base tanto del Sistema Ambiental Regional como del Área del Proyecto.

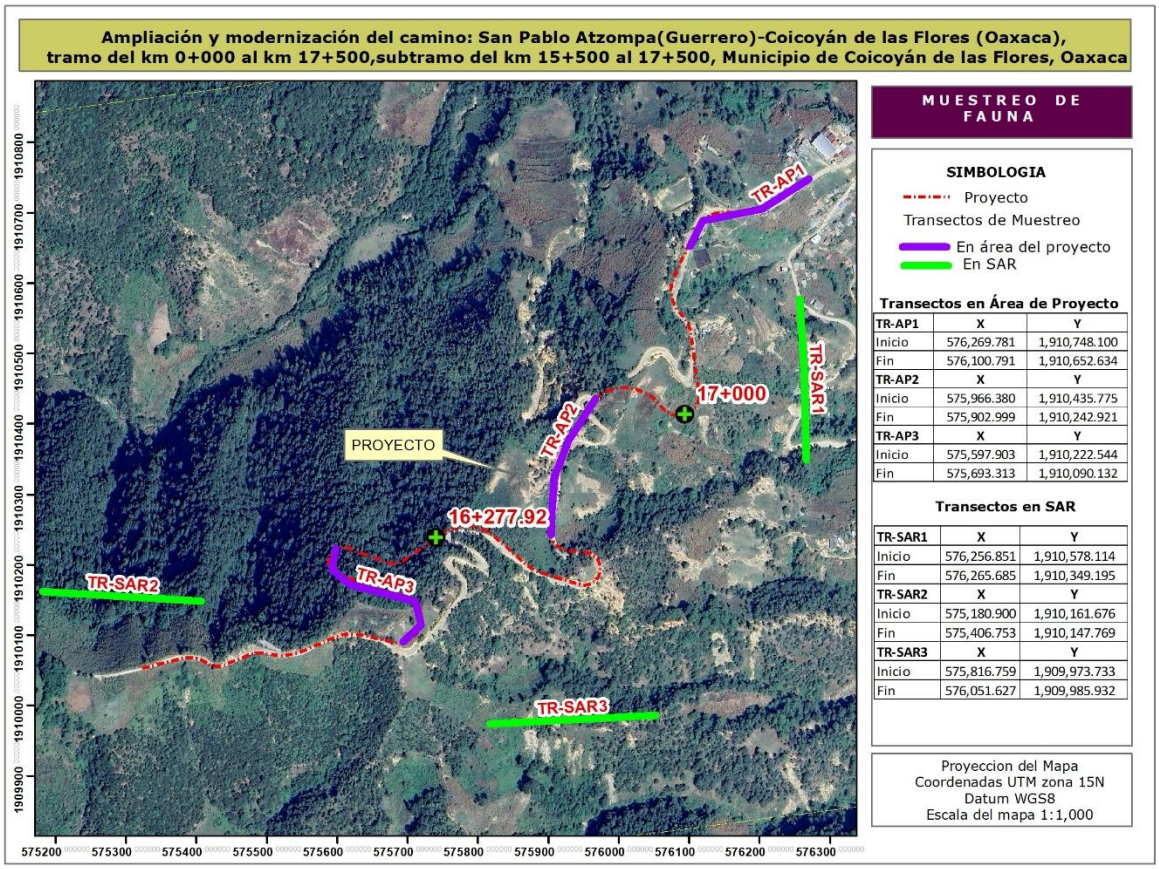
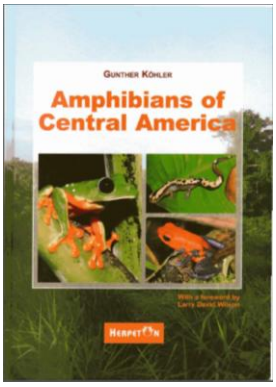
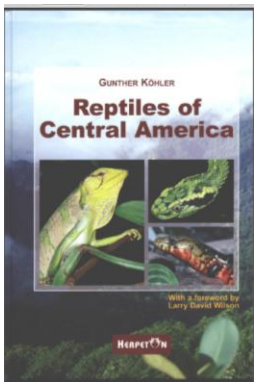


Figura 4.10 Transecto para el monitoreo de la fauna silvestre dentro del AIP vs SA.

Nota: para conocer las especies de posible incidencia dentro del área de influencia del proyecto, se elaboró una revisión en el portan de base de datos abiertos de la UNAM (https://datosabiertos.unam.mx/) y del portal VerNet (http://portal.vertnet.org/publishers) que es una compilación de bases de datos de diferentes instituciones a nivel mundial. Para el grupo de las aves se consultó el trabajo monográfico de Binford (1987), para el grupo de los mamíferos se consultó a Goodwin (1969), para el grupo de los anfibios y reptiles se consultó a Martin-Regalado et al., (2016) y para los peces se consultó a Martínez Ramírez et al. (2004).

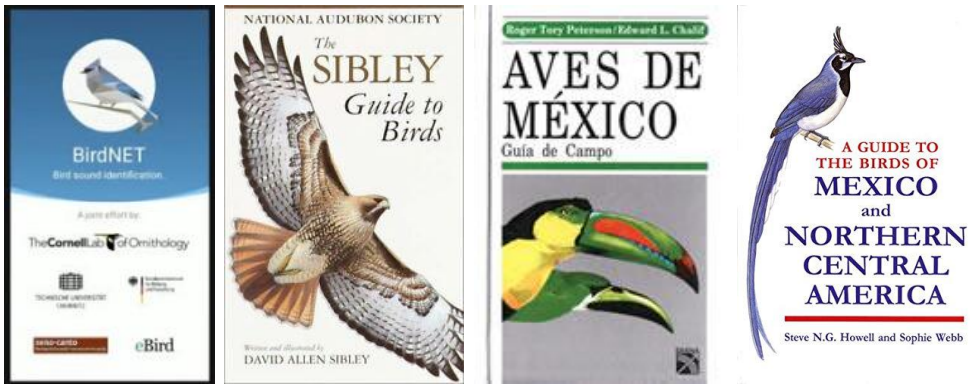
Reptiles y anfibios: con el fin de conocer la diversidad de los herpetozoos se realizó búsquedas intensivas en el suelo, la hojarasca, en las oquedades de los árboles, en cuerpos de agua y entre las rocas, con el objetivo de capturar organismos con la mano, el pie, pinzas y/o ganchos (García-Grajales, 2008), a los individuos solo se les tomo fotos con una cámara SONY DSC-HX400V a las estructuras que pudieran servir para la identificación correcta, siguiendo las recomendaciones de García-Grajales (2008). Los individuos se identificaron con el trabajo de Flores-Villela et al. (1995) y con las claves de Köhler (2003, 2011).



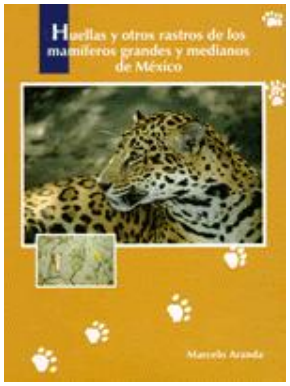


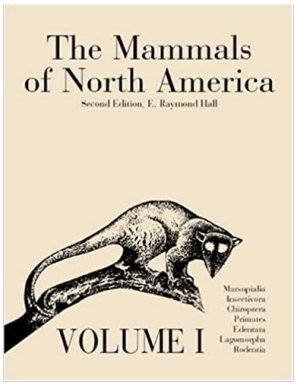
Aves: se realizó un de observación por día para cada transecto. Se utilizó el método de Cuenta en Puntos Fijos (Ralph et al. 1996), en el transecto se

establecieron 10 puntos de observación (estaciones) separados por un mínimo de 100 m, y una estancia de 10 minutos por estación; durante este tiempo se registran todas las aves vistas o escuchadas alrededor de este punto en una circunferencia variable que depende de las condiciones de visibilidad. La observación se realizó con binoculares Celestron de 10 x 50 mm. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de aves de Peterson y Chalif (2000), Howell y Webb (1995) y Allen-Sibley (2000). Así mismo, se realizaron grabaciones y se analizaron con la aplicación BirdNet (Kahl, 2020).

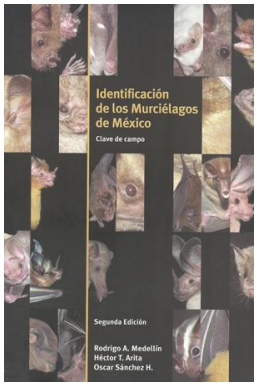


Mamíferos: Se realizaron recorridos a lo largo del transecto para el registro de huellas, excretas, restos de comida y observaciones. Para capturar mamíferos terrestres de talla pequeña no voladores (*i. e.*, roedores e insectívoros) se colocaron 5 trampas Sherman plegables de aluminio espaciadas cada 10 m, las trampas se cebaron con avena, se colocaron dos trampas cámara sobre senderos. Los individuos o indicios se identificaron con las huellas con la guía de Aranda (2000) y con las claves de Hall (1981), Álvarez et al. (1994) y Medellín et al. (1997).









Análisis de datos

Análisis de la composición de poblaciones y comunidades

Se evaluó la diversidad a dos escalas: **diversidad alfa** (dentro de las comunidades) y **diversidad beta** (recambio de especies entre comunidades).

Diversidad alfa

Para medir la diversidad en el área del proyecto y el sistema ambiental de referencia (SAR), se calculó la diversidad verdadera (*Jost, 2006*), basada en el exponencial del índice de entropía de Shannon.

Comparación de diversidades: Se aplicó el método de *Hutcheson* (citado en *Zar, 1996*) para contrastar la hipótesis nula de igualdad entre las muestras (proyecto vs. SAR).

Índice de dominancia de Simpson: Representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Se calculó como:

$D=1-\sum(pi)2 D=1-\sum(pi)2$

Donde:

D: Índice de Simpson (valores cercanos a 0 indican baja diversidad).

pi: Proporción de individuos de la especie *i* en la comunidad.

Este índice prioriza las especies abundantes, con un rango entre 0 y 1−1S1−*S*1 (*S* = número de especies).

Índice de Shannon-Wiener: Mide la uniformidad en la abundancia de especies, considerando todas las especies muestreadas. Su fórmula es:

H′=−∑(pi·lnpi)

Donde:

H′: Índice de Shannon (0 = una sola especie; lnln(S)ln(*S*) = máxima diversidad).

Equidad de Pielou: Evalúa la proporción entre la diversidad observada (H′*H*′) y la máxima diversidad esperada (Hmax′=lnln(S)*H*max′=ln(*S*)). Sus valores oscilan entre 0 y 1 (*Magurran, 1988*).

Los datos se organizaron en una matriz de abundancia y se analizaron con el programa *PAST 3.01* (*Hammer et al., 2001*).

Diversidad beta

Para comparar el grado de afectación del proyecto en el SAR —dada la heterogeneidad del área— se emplearon índices de similitud basados en presencia/ausencia (*Koleff et al., 2003*):

- Índice de Jaccard:

J=ca+b−cJ=*a*+*b*−*cc*

- Índice de Sørensen:

S=2ca+bS=*a*+*b*2*c*

Donde:

  - a*a*: Especies en el sitio A (Bancos).
  - b*b*: Especies en el sitio B (SAR).
  - c*c*: Especies compartidas.

Los datos se procesaron en matrices de presencia-ausencia con el **programa SPADE** (Chao y Shen, 2010).

Estimación de riqueza de especies

Se usó el **estimador Chao 1** (*Chao, 1984*), basado en abundancias, para predecir el número total de especies esperadas. Adicionalmente, se generaron curvas de acumulación de especies siguiendo el método de *Jiménez-Valverde y Hortal (2003)*, utilizando el programa *Species Accumulation Functions* (versión Beta) y *EstimateS 7.0* (*Colwell, 2005*).

RESULTADOS DEL COMPONENTE FAUNA

Se registraron de 33 especies de vertebrados para el total de la comunidad de fauna silvestre. En conjunto, estos datos revelan una comunidad faunística dominada ampliamente por las aves, que constituyen el grupo más numeroso con 23 especies, seguidas por los reptiles con 5 especies, los mamíferos con 4 especies y finalmente los anfibios con 3 especies. Al examinar las abundancias registradas en cada sitio, se observa que la Golondrina (*Stelgidopteryx serripennis*) es la especie más abundante en términos globales, ya que presenta 6 individuos registrados en el sitio SAR y 6 individuos en el sitio Proyecto, lo que la consolida como la especie con mayor presencia numérica en el área de estudio. Le sigue de cerca el Gorrión doméstico (*Passer domesticus*), con 3 individuos en SAR y 5 en Proyecto, lo que confirma el éxito ecológico de esta especie exótica adaptada a entornos antropizados. Otras aves con abundancias destacadas incluyen al Zopilote aura (*Cathartes aura*), que aunque no presenta registros en SAR, alcanza 4 individuos en Proyecto; la Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), con 6 individuos exclusivamente en SAR; y el Pavito alas negras (*Myioborus miniatus*), que tampoco se registra en SAR pero presenta 6 individuos en Proyecto, mostrando una abundancia local muy alta pero restringida a un solo sitio de muestreo. En un nivel intermedio se encuentran especies como la Tortolita cola larga (*Columbina inca*), con 4 individuos en SAR y 2 en

Proyecto; el Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), con 4 individuos únicamente en SAR; y la Calandria dorso negro (*Icterus cucullatus*), con 4 individuos en SAR y 2 en Proyecto. La Piranga capucha roja (*Piranga ludoviciana*) y el Papamoscas copetón (*Mitrephanes phaeocercus*) presentan ambas 2 individuos en SAR y 4 en Proyecto, lo que indica una mayor abundancia relativa en este último sitio. En contraste, la mayoría de los anfibios, reptiles y mamíferos se concentran en las categorías más bajas de abundancia, con registros de un solo individuo en alguno de los dos sitios, lo que refleja sus hábitos más discretos, sus menores densidades poblacionales naturales. Este grupo de baja representación incluye especies de alto valor de conservación como la Ranita de alta montaña (*Dryophytes euphorbiaceus*), que es endémica y está catalogada como Amenazada en la normativa mexicana NOM-059 y presenta un solo individuo en SAR; así como varios reptiles endémicos como la Culebra cabeza surcada (*Manolepis putnami*), con un individuo en SAR; la Lagartija espinosa (*Sceloporus horridus*), con 2 individuos en SAR; la Lagartija esmeralda (*Sceloporus scitulus*), con 4 individuos en SAR y 1 en Proyecto; y el Ticuiliche mexicano (*Aspidoscelis guttatus*), con 3 individuos en SAR. Los mamíferos como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), con 2 individuos en SAR; el zorrillo (*Conepatus leuconotus*), con 1 individuo en SAR; el tlacuache (*Didelphis virginiana*), con 1 individuo en SAR; y el ratón piñonero (*Peromyscus gartus*), con 1 individuo en SAR, completan el panorama de especies con abundancias bajas pero ecológicamente relevantes. La suma total de 77 individuos registrados en SAR y 40 en Proyecto confirma que las aves, especialmente las especies generalistas y adaptables como la golondrina, el gorrión y el zopilote, son el grupo dominante en el paisaje en términos de abundancia numérica, mientras que los anfibios y reptiles endémicos presentan poblaciones mucho más localizadas y reducidas, lo que subraya su vulnerabilidad ecológica y la importancia prioritaria de conservar los hábitats específicos que ocupan dentro del área de estudio.

Tabla 4.8 Riqueza de Fauna Silvestre por Grupo Taxonómico y Sitio: SA y el AIP.

Grupo Taxonómico	**Área del Proyecto (Individuos)**	**Sistema Ambiental Regional (Individuos)**
Aves	12	20
Anfibios	0	3
Mamíferos	0	4
Reptiles	4	4

Criterio para el Análisis de la Diversidad Faunística

Debido al bajo número de registros individuales para los grupos de mamíferos y reptiles, los análisis cuantitativos de diversidad (índices de Shannon, Simpson, dominancia, equitatividad, etc.) se realizaron de manera integral para el **conjunto total de la comunidad faunística**, considerando de forma agrupada a aves, mamíferos y reptiles.

Este criterio metodológico se adoptó porque los tamaños de muestra pequeños por grupo taxonómico individual pueden generar estimaciones de diversidad poco robustas o estadísticamente inestables. Al analizar la comunidad en su conjunto, se obtiene una visión ecológica más sólida y representativa de la estructura y composición general de la fauna vertebrada en el área de estudio, lo que permite una comparación más confiable entre el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional.

Tabla 4.9 Parámetros resultantes del SA y el AIP para los grupos analizados y el total de la comunidad.

Parámetro	**SA**	**AIP**
Taxa_S	31	13
Individuals	77	40
Dominance_D	0.02905	0.07949
Simpson_1-D	0.971	0.9205
Shannon_H	3.492	2.546
Evenness_e^H/S	1.059	0.9809
Brillouin	2.795	2.002
Menhinick	3.533	2.055
Margalef	6.906	3.253
Equitability_J	0.9601	0.934
Fisher_alpha	19.27	6.692
Berger-Parker	0.07792	0.15
Chao-1	33.51	13.59
iChao-1	34.16	14.1
ACE	34.64	14.43
Squares	33.78	13.95

El análisis de la diversidad biológica refleja una clara diferencia ecológica entre el Área del Proyecto (Proyecto) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). El SAR presenta una comunidad significativamente más rica y abundante, con 31 especies (Taxa_S) y 77 individuos, en comparación con las 13 especies y 40 individuos registrados en el área del proyecto. Esta mayor riqueza en el SAR es confirmada por índices como Margalef (6.906 vs. 3.253) y Chao-1 (33.51 vs. 13.59), los cuales estiman que la riqueza potencial de especies es considerablemente mayor. Asimismo, la diversidad es más alta en el SAR, como lo indica el índice de Shannon (H=3.492 vs. 2.546), señalando una comunidad no solo más rica sino también con una distribución más uniforme de los individuos entre las especies, a pesar de que la equitatividad (Equitability_J) es ligeramente menor. La dominancia (Dominance_D) es más baja en el SAR (0.02905), y su recíproco, el índice de Simpson (1-D=0.971), es más alto, lo que confirma que ninguna especie domina la comunidad en exceso, un hallazgo respaldado por el índice de

Berger-Parker, que muestra que la especie más abundante en el SAR tiene una proporción menor (0.07792) que en el área del proyecto (0.15). En conjunto, estos resultados evidencian que el SAR sustenta un ecosistema más complejo, maduro y equilibrado, con una mayor diversidad total y una estructura comunitaria más robusta, mientras que el Área del Proyecto alberga una comunidad biótica más simplificada y susceptible a perturbaciones.

Análisis de la Significancia Estadística de la Diversidad (Prueba t de Hutcheson)

Para determinar si la diferencia observada en la diversidad faunística entre el Área del Proyecto (H' = 2.546) y el Sistema Ambiental Regional (H' = 3.492) era estadísticamente significativa, se aplicó la prueba **t de Hutcheson**, diseñada específicamente para comparar los índices de Shannon-Wiener entre dos comunidades. Los resultados de la prueba arrojaron un valor **t de 6.9525** con **82.22 grados de libertad**, lo que se traduce en un **valor p de 7.85E-10**. Dado que este valor p es significativamente menor al nivel de significancia convencional ($\alpha = 0.05$), se **rechaza la hipótesis nula** de que la diversidad es la misma en ambas áreas. Por lo tanto, se concluye que existe una **diferencia estadísticamente significativa** entre las diversidades, confirmando que el Sistema Ambiental Regional presenta una comunidad faunística significativamente más diversa que el Área del Proyecto.

Tabla 4.10. Comparación estadística de la diversidad faunística (prueba *t* de Hutcheson).

Proyecto	**SAR**		
H:	3.2968	H:	2.3957
Variance:	0.0058741	Variance:	0.010928
t:	6.9525		
df:	82.22		
p(same):	7.85E-10		

Estado de conservación

Dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se registró la presencia de dos especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual confiere un valor de conservación adicional al área. Específicamente, se registraron individuos de la especie ***Dryophytes euphorbiaceus*** (Ranita de alta montaña) y ***Astur cooperii*** (Gavilan pollero), en la categoría de **Amenazada (A)** y **Sujeta a protección especial (Pr)** respectivamente, el gavilán pollero también se registro en el área del proyecto. La presencia de ambas especies, con un individuos registrados para cada una, implica la necesidad de implementar medidas de manejo y protección específicas durante la ejecución del proyecto, con el fin de evitar impactos adversos sobre sus poblaciones y asegurar la preservación de su hábitat dentro de la microcuenca.

Tabla 4.10 Especies incluidas en alguna categoría de riesgo de extinción.

CLASE	ESPECIE	CATEGORIA	AIP	SA
ANFIBIOS	*Dryophytes euphorbiaceus*	A	1	
AVES	*Astur cooperii*	Pr	1	1

Diversidad Beta

El análisis de diversidad beta mediante el índice de Jaccard revela una similitud de 0.3333 entre los sitios SAR y PROYECTO, lo que indica que apenas un tercio de las especies presentes en el conjunto de ambos sitios son compartidas, mientras que los dos tercios restantes corresponden a especies exclusivas de cada localidad. Este valor moderadamente bajo refleja un alto recambio de especies, lo que significa que SAR y PROYECTO albergan comunidades faunísticas notablemente diferentes desde el punto de vista ecológico. Las causas de esta disimilitud pueden estar asociadas a diferencias en las condiciones ambientales, la estructura del hábitat, el grado de conservación o la heterogeneidad del paisaje entre ambos sitios. Este resultado es coherente con los análisis de diversidad alfa previamente realizados, que mostraron que PROYECTO es un sitio mucho más rico y diverso con 31 especies, mientras que SAR presenta una riqueza moderada de 13 especies. Sin embargo, el hecho de que la similitud sea solo del 33% indica que las especies de SAR no son simplemente un subconjunto de las de PROYECTO, sino que cada sitio aporta elementos únicos a la diversidad regional. Desde una perspectiva de conservación, esta complementariedad es fundamental, ya que demuestra que para preservar la mayor cantidad de especies en la región es necesario proteger ambos sitios, pues cada uno alberga un conjunto distintivo y valioso de fauna que no se encuentra representado en el otro.

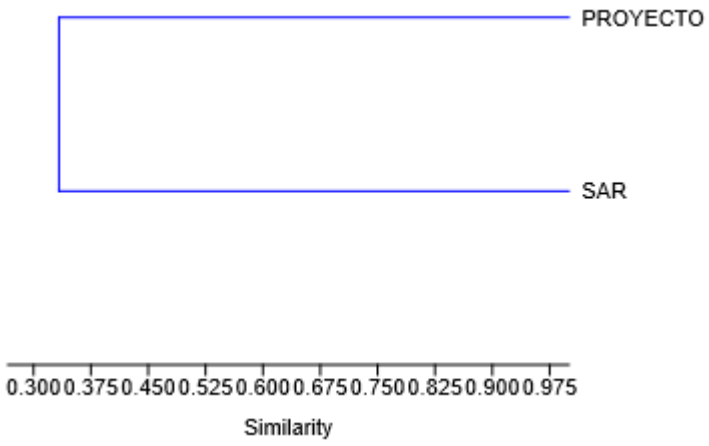


Figura x. Dendrograma de similitud

En las siguientes imágenes se muestran algunos de los registros de fauna silvestre registrados.



Aspidoscelis guttatus



Astur cooperii



Cathartes aura



Columbina inca



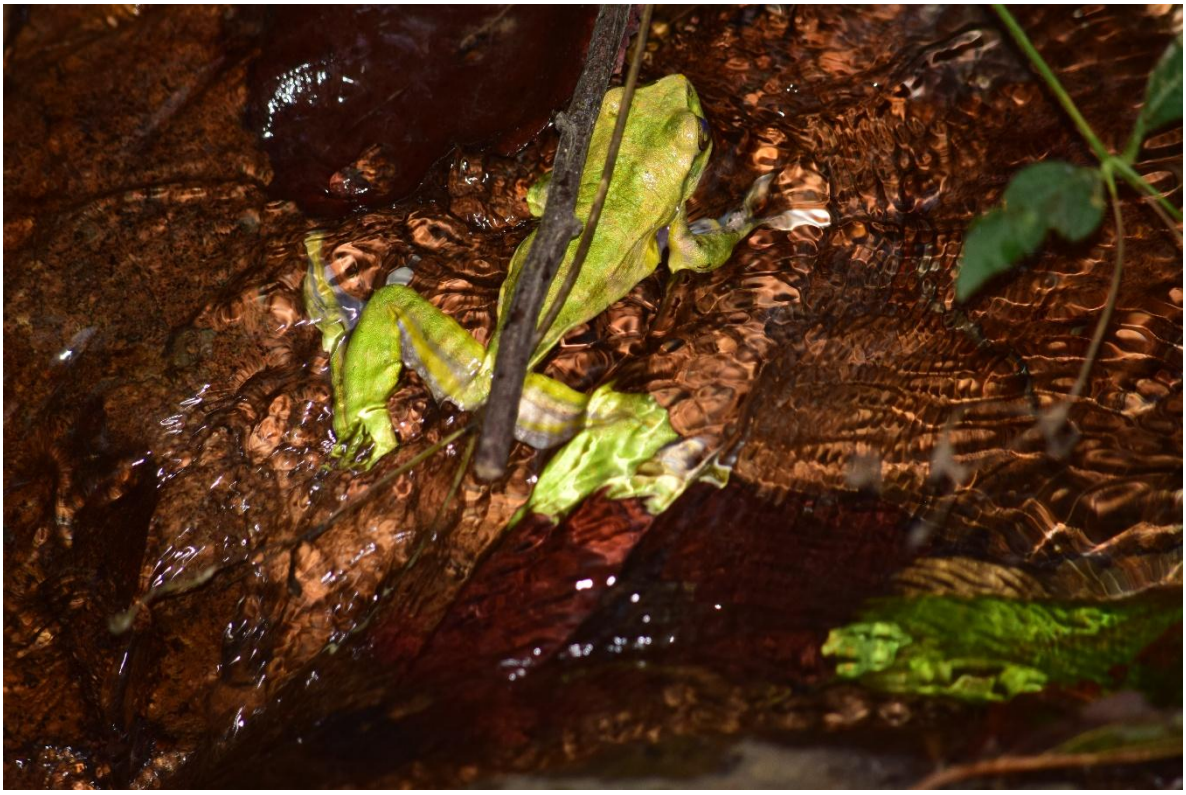
Conepatus leuconotus



Didelphis virginiana



Dryophites arenicolor



Dryophytes euphorbiaceus



Haemorhous mexicanus



Icterus cucullatus



Icterus spiurus

Tabla 4.14 Lista de especies de fauna registradas en el PROYECTO.

Clase	Especie	Nombre común	NOM	Proyecto
Aves	Astur cooperii	Gavilan pollero	Pr	1
Aves	Cathartes aura	Zopilote aura	-	4
Aves	Columbina inca	Tortolita cola larga	-	2
Aves	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	4
Aves	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina	-	6
Aves	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro	-	2
Aves	Quiscalus mexicanus	Zanate	-	2
Aves	Myioborus miniatus	Pavito alas negras	-	6
Aves	Setophaga petechia	Chipe amarillo	-	2
Aves	Passer domesticus	Gorrion domestico	-	5
Aves	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	1
Aves	Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copeton	-	4
Reptilia	Sceloporus scitulus	Lagartija esmeralda	-	1

Tabla 4.14 Lista de especies de fauna registradas en el SAR.

Clase	Especie	Nombre común	NOM	SAR
Anfibios	Rhinella horribilis	Sapo	-	1
Anfibios	Dryophytes arenicolor	Ranita de cañon	-	2
Anfibios	Dryophytes euphorbiaceus	Ranita de alta montaña	A	1
Aves	Astur cooperii	Gavilan pollero	Pr	1
Aves	Columbina inca	Tortolita cola larga	-	4
Aves	Streptopelia decaocto	Paloma turca	-	3
Aves	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	6
Aves	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	2
Aves	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	4
Aves	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina	-	6
Aves	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro	-	4
Aves	Icterus spurius	Calandria castaña	-	3
Aves	Quiscalus mexicanus	Zanate	-	2
Aves	Lanius ludovicianus	Verdugo	-	2
Aves	Mimus polyglottos	Cenzontle	-	3
Aves	Setophaga petechia	Chipe amarillo	-	2
Aves	Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	3
Aves	Passer domesticus	Gorrion domestico	-	3
Aves	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	3
Aves	Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copeton	-	2
Aves	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2
Aves	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	2
Aves	Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1

Mammalia	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	2
Mammalia	Conepatus leuconotus	Zorrillo espalda blanca	-	1
Mammalia	Didelphis virginiana	Tlacuache	-	1
Mammalia	Peromyscus gartus	Ratón piñonero	-	1
Reptilia	Manolepis putnami	Culebra cabeza surcada	-	1
Reptilia	Sceloporus horridus	Lagartija espinosa	-	2
Reptilia	Sceloporus scitulus	Lagartija esmeralda	-	4
Reptilia	Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	-	3

Tabla 4.14 Lista de especies de fauna registradas en el SA y AIP.

Clase	Especie	Nombre común	NOM	SAR	Proyecto
Anfibios	Rhinella horribilis	Sapo	-	1	0
Anfibios	Dryophytes arenicolor	Ranita de cañon	-	2	0
Anfibios	Dryophytes euphorbiaceus	Ranita de alta montaña	A	1	0
Aves	Astur cooperii	Gavilan pollero	Pr	1	1
Aves	Cathartes aura	Zopilote aura	-	0	4
Aves	Columbina inca	Tortolita cola larga	-	4	2
Aves	Streptopelia decaocto	Paloma turca	-	3	0
Aves	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	-	6	0
Aves	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	-	2	4
Aves	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	4	0
Aves	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina	-	6	6
Aves	Icterus cucullatus	Calandria dorso negro	-	4	2
Aves	Icterus spurius	Calandria castaña	-	3	0
Aves	Quiscalus mexicanus	Zanate	-	2	2
Aves	Lanius ludovicianus	Verdugo	-	2	0
Aves	Mimus polyglottos	Cenzontle	-	3	0
Aves	Myioborus miniatus	Pavito alas negras	-	0	6
Aves	Setophaga petechia	Chipe amarillo	-	2	2
Aves	Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	3	0
Aves	Passer domesticus	Gorrion domestico	-	3	5
Aves	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	3	1
Aves	Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas copeton	-	2	4
Aves	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2	0
Aves	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	2	0
Aves	Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1	0
Mammalia	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	2	0
Mammalia	Conepatus leuconotus	Zorrillo espalda blanca	-	1	0
Mammalia	Didelphis virginiana	Tlacuache	-	1	0
Mammalia	Peromyscus gartus	Ratón piñonero	-	1	0
Reptilia	Manolepis putnami	Culebra cabeza surcada	-	1	0

Reptilia	Sceloporus horridus	Lagartija espinosa	-	2	0
Reptilia	Sceloporus scitulus	Lagartija esmeralda	-	4	1
Reptilia	Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	-	3	0

IV.2.3 Paisaje

Para el análisis del paisaje primero se realizó un análisis de visibilidad. La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto, se deben sumar las posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio. El análisis de visibilidad se define como un análisis espacial del lugar, tomando en consideración sus formas, vistas, etc. Para ello, es importante definir las Unidades de Paisaje (UP) presentes en el paisaje en estudio. Las UP corresponden una agregación ordenada y coherente de las partes elementales de un paisaje, y debieran ser lo más homogéneas posible en relación a su valor de paisaje. Cabe señalar que la homogeneidad puede buscarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no necesariamente idénticos, en un área determinada (SERNATUR, 2006).

Generalmente es la cobertura de la vegetación y la morfología del terreno los elementos en lo base a los cuales se definen las UP. Basado en lo anterior, para este estudio se definió una unidad de paisaje a lo largo del proyecto.

Los parámetros que se valoraron, a partir de la observación en campo, para evaluación de calidad y fragilidad del paisaje son los propuestos en el modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales proporcionan una calidad visual objetiva. Esta adaptación define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano).

Las siguientes imágenes muestran el paisaje de las diferentes unidades de paisaje.

La imagen evidencia un paisaje característico de la topoforma de sierra, donde se observa una marcada interacción entre los componentes naturales y antrópicos. El terreno presenta un relieve accidentado con lomeríos de pendientes moderadas a pronunciadas, modelado a partir de la geología local dominada por rocas ígneas extrusivas.

Sobre este relieve, se identifica un patrón de uso de suelo mixto, donde destaca de manera significativa la agricultura de temporal. Esta actividad se manifiesta mediante parcelas con diferentes tonalidades y texturas, lo que sugiere una rotación de cultivos o variaciones en el desarrollo fenológico de las especies implantadas, posiblemente maíz, frijol o cultivos básicos de la región. Las áreas cultivadas se disponen siguiendo la topografía del terreno, lo que genera un mosaico agropecuario fragmentado.

De manera intercalada con las zonas de cultivo, se distinguen parches de vegetación natural o inducida, los cuales se localizan predominantemente en las áreas de mayor pendiente o en los márgenes de los arroyos, actuando como zonas de amortiguamiento y conectividad ecológica. La presencia de estas áreas arboladas o de matorral sugiere un intento por conservar los servicios ecosistémicos del suelo, como la retención de humedad y la prevención de la erosión.

En conjunto, el paisaje refleja un sistema socioecológico en el que las actividades agropecuarias se han adaptado a las limitantes topográficas y climáticas, configurando un escenario donde la sostenibilidad depende del equilibrio entre la producción agrícola y la conservación de los remanentes de vegetación natural en las laderas.



Figura 4.15 Vista general del paisaje UP1.

Calidad visual

Se entiende por calidad paisajística la singularidad de los elementos que caracterizan un área según la percepción estética dentro de un entorno inmediato, considerando el fondo escénico mismo. A través de la valoración de una serie de categorías estéticas definidas con mayor o menor precisión en cada caso, es como se llega a obtener un valor único para cada unidad.

En seguida se presenta una tabla con los elementos a valorar y la puntuación a cada clase para poder determinar un valor global (Tabla 4.15).

Tabla 4.15 Criterios para evaluar la calidad visual.

Elemento valorado	**Calidad visual alta**	**Calidad visual media**	**Calidad visual baja**
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos. 5	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológicas de modelado suave u ondulado. 3	Pendientes entre 0% y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía. 1
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación. 5	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado). 3	No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos. 1
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos. 5	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual. 3	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50 %. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa. 1
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje. 5	Presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual. 3	Ausencia de cuerpos de agua. 1
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas. 2	La calidad escénica esta modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual. 0	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje. -2
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada. 3	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada. 0
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua. 5	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos. 1
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares. 5	Característico, pero similar a otros de la región. 3	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares. 1

De acuerdo con los criterios señalados anteriormente, los valores que se obtengan por cada unidad de paisaje evaluada serán categorizados para calidad visual y su respectiva clase para calidad escénica que es la clasificación homóloga que estableció el Departamento de Gestión Territorial, o BLM por sus siglas en inglés, de los Estados Unidos, tal como aparece en la tabla 4.16.

Tabla 4.16 Valores de la evaluación de la calidad visual del paisaje.

Elemento valorado	**UP_1**
Morfología o topografía	5
Fauna	3
Vegetación	1
Formas de agua	3
Acción antrópica	0
Fondo escénico	5
Variabilidad cromática	3
Singularidad o rareza	3
TOTAL	23

Tabla 4.17 Criterios y puntuación para evaluación de fragilidad visual.

Valor obtenido	**Calidad escénica (BLM, 1980)**	**Descripción del área**	**Clasificación (Rojas y Kong, 1998)**	**Connotación visual del área**
0 – 11	Clase C	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica; de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	Calidad visual baja	Área deficiente o carente de elementos singulares o sobresalientes. Por lo general, este tipo de áreas se encuentran modificadas en su composición o estructura por actividades antrópicas.
12 – 18	Clase B	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.	Calidad visual media	Área atractiva visualmente, sin características sobresalientes.
19 – 33	Clase A	Reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado, poseen rasgos singulares y sobresalientes.	Calidad visual alta	Área con atributos visuales únicos o excepcionales, tanto en su composición interna como en su organización. Asociada por lo general a áreas prístinas.

De acuerdo con la evaluación visual, todas las unidades de paisaje se clasifican en la clase A, calidad visual alta.

Elemento valorado	**UP_1**
TOTAL	23

Fragilidad visual

Así mismo la combinación de la fragilidad visual del punto y del entorno define la fragilidad visual intrínseca de cada punto del territorio, y la integración global con el elemento accesibilidad, la fragilidad visual adquirida.

Tabla 4.18 Criterios a evaluar y su respectiva calificación.

Factores	**Elementos influencia**	**Alta**	**Media**	**Baja**
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización. 5	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelado suave u ondulado. 3	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual. 1
	Vegetación – densidad	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbácea. 5	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada. 3	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. 1
	Vegetación – contraste	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes. 5	Diversidad de especies media con contrastes evidentes pero no sobresalientes. 3	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes gran estacionalidad de especies. 1
	Vegetación – altura	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura. 5	No hay gran altura de las masas (-10 m) baja diversidad de estratos. 3	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m. 1
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos. 5	Visión media (1000 a 4000 m). Domino de los planos medios de visualización. 3	Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4000m. 1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual. 5	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías. 3	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas. 1
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero	Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra

Factores	Elementos influencia	Alta	Media	Baja
		obstruyan los rayos visuales. 5	en un bajo porcentaje. 3	o menor incidencia visual. 1
Singularidad	Unicidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos. 5	Paisajes de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. 3	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada. 1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción. 5	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles. 3	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas, escasas o breves. 1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitados. 5	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados. 3	Localizado en predio privados con acceso restringido, zonas sin caminos públicos. 1

Los valores de evaluación se muestran a continuación:

Factores	Elementos influencia	UP_1
Biofísicos	Pendiente	5
	Vegetación – densidad	3
	Vegetación – contraste	3
	Vegetación – altura	5
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	3
	Forma de la cuenca visual	3
	Compacidad	3
Singularidad	Unicidad de paisaje	1
Accesibilidad	Visual	5
	Física	5
Total		36

Así mismo, se muestra en la tabla 4.19, los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual.

Tabla 4.19 Clasificación de la fragilidad visual.

Puntuación global	Clasificación	Connotación visual del área
34 – 45	Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos.
21 – 33	Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos.
9 – 20	Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impacto visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área.

De acuerdo con los datos anteriores, el área presenta una **fragilidad ALTA**.

Capacidad de absorción visual

La capacidad de absorción visual (CAV), es la capacidad del paisaje de acoger actuaciones sin que se produzcan variaciones significativas en su carácter. Se valora usando los datos de Yeomans (1986) para distintos factores, posteriormente se aplica la ecuación matemática:

CAV = S (E+R+D+C+V)

Donde:
S = pendiente;
E = estabilidad del suelo;
R = potencial de regeneración de la vegetación;
D = diversidad de vegetación;
C = contraste de color roca – suelo, y;
V = contraste suelo vegetación.
Los parámetros de evaluación para el índice CAV se presentan en la tabla 4.20, así como las puntuaciones correspondientes para cada uno de los factores.

Tabla 4.20. Parámetros de valoración de la CAV (Yeomans, 19862)

Factor	Característica	Valoración
Pendiente (S)	>55%	1
	Entre 25 – 55%	2
	<25%	3
	Baldíos, prados y matorrales	1

[2] YEOMANS W. C. (1986) Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

Factor	Característica	Valoración
Diversidad de vegetación (D)	Coníferas y repoblaciones	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	3
Estabilidad del suelo (E)	Restricción alta, derivado del riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	1
	Restricción moderada a causa de un cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	2
	Poca restricción por el riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	3
Contraste suelo – vegetación (V)	Contraste visual bajo	1
	Contraste visual moderado	2
	Contraste visual alto	3
Potencial de regeneración de la vegetación (R)	Potencial de regeneración bajo	1
	Potencial de regeneración moderado	2
	Potencial de regeneración alto	3
Contraste color roca – suelo (C)	Contraste alto	1
	Contraste moderado	2
	Contraste bajo	3

Los valores resultantes una vez aplicada la expresión matemática son:

Factor	UP_1
Pendiente (S)	1
Diversidad de vegetación (D)	3
Estabilidad del suelo (E)	2
Contraste suelo – vegetación (V)	1
Potencial de regeneración de la vegetación (R)	3
Contraste color roca – suelo (C)	3
Total	12

Una vez aplicada la valorización de las unidades de paisaje para capacidad de absorción visual, se clasificarán de acuerdo con la tabla 4.21

Tabla 4.21 Puntuación para determinar la CAV (PYEMA, 20083).

CAV	Puntuación
Baja	<15
Moderada	15-30
Alta	>30

De acuerdo con los datos obtenidos la capacidad de absorción es BAJA. Esto significa que el paisaje evaluado (UP_1) tiene una capacidad muy limitada

[3] PYEMA. Metodología y descripción del medio Natural. Sistemas naturales y de soporte: Agrícola, forestal e hidrológico. Disponible en http://www.forosocialcriptana.com/IMG/pdf_6.SISTEMAS_NATURALES_Y_DE_SOPORTE.pdf Consultado el 07 de enero del 2018.

para asimilar cambios sin que estos generen un impacto visual severo y evidente. Cualquier intervención se destacará fuertemente en el paisaje y será difícil de enmascarar.

La fórmula CAV = S (E+R+D+C+V) = 1 * (2+3+3+3+1) = 12 revela que, a pesar de la topografía favorable, el paisaje es visualmente frágil y poco indulgente. La baja estabilidad del suelo y, sobre todo, el alto contraste visual que genera cualquier alteración del terreno, determinan que su capacidad para "absorber" e integrar cambios sea Baja. Esto exige un diseño del proyecto extremadamente cuidadoso y la implementación obligatoria de medidas robustas de mitigación e integración paisajística desde la fase de construcción.

IV.2.4 Medio socioeconómico

El municipio de Coicoyán de las Flores presenta un perfil demográfico joven y una estructura social compleja, marcada por profundas carencias económicas y una fuerte identidad indígena. Según datos de 2020, la población total asciende a 9,563 habitantes, con una composición mayoritariamente femenina (53.4%) y una estructura de edad claramente juvenil, ya que el 40.8% de la población se concentra en el rango de 5 a 19 años. Este predominio de niños y jóvenes implica una alta demanda de servicios educativos, de salud y, fundamentalmente, de oportunidades económicas futuras.

Un rasgo distintivo y fundamental del municipio es su composición étnica y lingüística. La población es mayoritariamente indígena, con **8,590 personas (el 89.8% del total) hablando alguna lengua indígena**, predominantemente el mixteco. Esta característica, que es un pilar de la identidad cultural de la región, también se asocia a menudo con dinámicas de marginación y dificultades de acceso a servicios e información en español,

lo que refuerza la necesidad de un enfoque intercultural en cualquier proyecto de desarrollo.

El aspecto más crítico del municipio es su situación de pobreza. Las cifras oficiales son contundentes: el **82.3% de la población vive en situación de pobreza extrema** y el 17% en pobreza moderada, lo que significa que prácticamente la totalidad de sus habitantes (99.3%) enfrenta carencias sociales significativas. Las principales carencias se concentran en el acceso a servicios básicos en la vivienda, seguridad social y calidad de los espacios de la vivienda. El coeficiente de Gini de 0.42, aunque no es de los más altos del estado, refleja una desigualdad económica considerable en un contexto de pobreza generalizada. Esta realidad se traduce en condiciones de vida muy precarias, como lo documenta un reportaje de 2016 que describe comunidades con viviendas de adobe, falta de infraestructura básica en escuelas y problemas de desnutrición infantil. El mismo reportaje señala la paradoja de un hospital inconcluso, lo que ejemplifica la falta de acceso efectivo a la salud, a pesar de que las estadísticas indican que la mayoría de la población (5,730 personas) está registrada como usuaria de centros de salud gubernamentales.

En el ámbito educativo, la población enfrenta rezagos históricos. Los grados académicos predominantes son primaria (59.1%) y secundaria (32.4%), con una muy baja incidencia de estudios medios superiores (solo 7.24%). La tasa de analfabetismo es alarmantemente alta, alcanzando el **42.7%**, y es más prevalente entre las mujeres (60.8% de los analfabetos). La baja escolaridad y el analfabetismo limitan severamente las oportunidades laborales y la capacidad de la población para insertarse en actividades económicas mejor remuneradas, perpetuando el ciclo de pobreza.

En este contexto de marginación, la conectividad y la infraestructura de transporte se vuelven factores cruciales. Actualmente, los **tiempos de traslado promedio son de 46.4 minutos al trabajo y 21.6 minutos a la escuela**, aunque estos promedios pueden esconder las dificultades que enfrentan quienes viven en las zonas más alejadas y deben recorrer caminos

en mal estado. Un reportaje de 2016 ya mencionaba los derrumbes y las largas horas de viaje que los maestros y habitantes deben sortear.

La ampliación y modernización del camino entre San Pablo Atzompa, Guerrero, y Coicoyán de las Flores, Oaxaca, se presenta como una intervención estratégica con un alto potencial transformador, directamente relacionada con cada uno de estos indicadores socioeconómicos:

1. **Mitigación de la Pobreza Extrema y Desarrollo Económico:** Un camino moderno reduce drásticamente los costos y tiempos de transporte. Esto puede facilitar el comercio, permitiendo a los productores locales (de café, maíz, artesanías) sacar sus productos a mercados regionales como Juxtlahuaca o incluso hacia Guerrero en condiciones más competitivas. También puede abaratar los productos básicos que llegan al municipio, aliviando la canasta familiar en un entorno donde la dieta es precaria.
2. **Mejora del Acceso a Servicios Básicos y Salud:** La principal carencia del municipio es el acceso a servicios básicos y de salud. La modernización del camino es vital para facilitar el acceso a atención médica especializada, que actualmente obliga a la población a costear viajes largos a Juxtlahuaca. Asimismo, una mejor carretera es indispensable para que las ambulancias, servicios de emergencia y las propias Caravanas de Salud puedan llegar de manera más eficiente a las comunidades.
3. **Reducción del Rezago Educativo:** La mejora del camino puede incidir positivamente en la educación. Facilita el traslado de los estudiantes que buscan continuar con estudios medios y superiores fuera del municipio. Para los docentes, un camino en mejores condiciones reduce los tiempos de traslado y la incertidumbre, lo que puede contribuir a una mayor permanencia y a disminuir el ausentismo escolar, un problema señalado en comunidades como Santiago Tilapa.

4. **Fortalecimiento de la Cohesión Social e Inclusión:** Al reducir el aislamiento geográfico, la carretera conecta a la población indígena mixteca con el resto de la región sin que tengan que emigrar definitivamente. Esto permite un intercambio cultural y económico más fluido, pero respetando y dando movilidad a la base de su identidad. Para una población joven, un mejor camino también puede significar la posibilidad de acceder a un mercado laboral más amplio sin tener que abandonar sus comunidades de origen.

En conclusión, la ampliación y modernización de este camino no es solo una obra de infraestructura, sino una intervención profunda en el tejido socioeconómico de Coicoyán de las Flores. Para que su impacto sea real y sostenible, el proyecto debe considerar las características específicas de la población: su juventud, su identidad mixteca y sus profundas carencias. La nueva vía debe concebirse como un eje que facilite el acceso a la salud, la educación y los mercados, atacando así las causas estructurales de la marginación que por décadas han aquejado a este municipio, el cual, a pesar de su riqueza cultural, ha sido señalado consistentemente como uno de los más pobres del país.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

A continuación, se presenta un diagnóstico ambiental integral para el proyecto de ampliación y modernización del camino entre San Pablo Atzompa (Guerrero) y Coicoyán de las Flores (Oaxaca), específicamente para el subtramo del km 15+500 al 17+500 en el Municipio de Coicoyán de las Flores, Oaxaca. El diagnóstico se estructura en tres escenarios: contexto actual sin proyecto, escenario con proyecto sin medidas de mitigación, y escenario con proyecto aplicando medidas de mitigación, considerando los componentes socioeconómicos, bióticos y abióticos analizados previamente.

Diagnóstico Ambiental

1. Contexto Actual (Sin Proyecto)

Medio Socioeconómico

- **Población y demografía:** El municipio de Coicoyán de las Flores cuenta con 9,563 habitantes (2020), con una estructura poblacional joven (40.8% entre 5 y 19 años) y predominancia femenina (53.4%). La población es mayoritariamente indígena (89.8% habla alguna lengua indígena, principalmente mixteco), lo que configura una identidad cultural fuerte pero asociada a condiciones de marginación.
- **Pobreza y carencias:** El 82.3% de la población vive en pobreza extrema y el 17% en pobreza moderada, lo que significa que prácticamente la totalidad de los habitantes (99.3%) enfrenta carencias sociales significativas. Las principales carencias son acceso a servicios básicos en la vivienda, seguridad social y calidad de espacios habitacionales. El coeficiente de Gini de 0.42 refleja desigualdad económica en un contexto de pobreza generalizada.
- **Educación y salud:** La tasa de analfabetismo es del 42.7%, con mayor incidencia en mujeres (60.8%). Los grados académicos predominantes son primaria (59.1%) y secundaria (32.4%), con muy baja educación media superior (7.24%). En salud, aunque 5,730 personas están registradas como usuarias de centros de salud gubernamentales, existen carencias estructurales como un hospital inconcluso y dificultades de acceso efectivo.
- **Conectividad y movilidad:** Los tiempos de traslado promedio son de 46.4 minutos al trabajo y 21.6 minutos a la escuela, aunque estos promedios ocultan las dificultades que enfrentan las comunidades más alejadas que deben transitar caminos en mal estado, con derrumbes frecuentes y largas horas de viaje.

Medio Biótico (Flora y Fauna)

- **Flora:** La vegetación corresponde a un Bosque de Encinos (encinar) dominado por el género *Quercus*, con especies como *Quercus*

scytophylla, *Q. elliptica*, *Q. peduncularis* y *Q. acutifolia*. En el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron 21 especies vegetales con una diversidad alta (Shannon = 2.537) y una comunidad equitativa (J = 0.8112), mientras que en el Área del Proyecto (AP) se registraron 14 especies con diversidad moderada (Shannon = 1.914) y menor equitatividad (J = 0.7091). El SAR presenta mayor riqueza en estratos arbustivo y herbáceo, indicando mayor heterogeneidad ecológica.

- **Fauna:** Se registraron 33 especies de vertebrados (23 aves, 5 reptiles, 4 mamíferos y 3 anfibios). Las aves dominan en abundancia y distribución, destacando la Golondrina (*Stelgidopteryx serripennis*) como la especie más exitosa. Se identificaron 5 especies endémicas (4 reptiles y 1 anfibio), siendo la Ranita de alta montaña (*Dryophytes euphorbiaceus*) la única catalogada como Amenazada (A) en la NOM-059. La similitud de Jaccard entre SAR y AP para fauna es baja (0.333), indicando alta complementariedad y necesidad de conservar ambos sitios.

Medio Abiótico (Clima, Geología, Edafología, Hidrología)

- **Clima:** Dos tipos climáticos según Köppen modificada por García: Templado húmedo [C(m)(w)] y Templado subhúmedo [C(w2)(w)], ambos con lluvias en verano. Esta diversidad climática contribuye a la heterogeneidad ambiental.
- **Geología:** Dos unidades litológicas: rocas ígneas extrusivas (Andesita-Brecha volcánica intermedia) y rocas metamórficas (Esquisto), lo que indica una historia geológica compleja que influye en la formación de suelos y la topografía.
- **Edafología:** Asociaciones de suelos I+Re+Hh/2 (Leptosol + Regosol éutrico + Feozem háplico) e I+Re+Bc/2 (Leptosol + Regosol éutrico + Cambisol cálcico), ambos con textura media y fase lítica. Predominan suelos someros (Leptosoles) altamente susceptibles a la erosión, con parches de suelos fértiles (Feozem) que sostienen la vegetación diversa.

- **Hidrología:** El proyecto se ubica en la Región Hidrológica 18-Balsas, en cabeceras de cuenca con múltiples escurrimientos superficiales intermitentes y permanentes. Los acuíferos cercanos son el Tlapa-Huamuxtitlán (con disponibilidad de 10.05 Mm^3/año pero con suspensión de libre alumbramiento) y el Cuajinicuilapa (acuífero libre con alta disponibilidad de 180 Mm^3/año y sin problemas de abatimiento).

2. Escenario con Proyecto Sin Medidas de Mitigación

Impactos sobre el Medio Socioeconómico

- **Impactos positivos limitados y desiguales:** Sin una adecuada planeación, los beneficios económicos podrían concentrarse en unos pocos actores externos, sin generar mejoras significativas en el empleo local o en la comercialización de productos de las comunidades indígenas.
- **Perturbación de la dinámica comunitaria:** La llegada de trabajadores foráneos y maquinaria pesada podría generar conflictos sociales, afectar la tranquilidad de las comunidades y alterar las relaciones tradicionales.
- **Afectación a la movilidad local:** Durante la construcción, los cierres y desvíos podrían incrementar los tiempos de traslado, afectando el acceso a servicios de salud y educación, especialmente en una población con alta dependencia del transporte público.
- **Riesgo de desplazamiento:** Comunidades cercanas al derecho de vía podrían verse afectadas por ruido, polvo y restricciones de acceso, sin una compensación adecuada.

Impactos sobre el Medio Biótico

- **Pérdida de cobertura vegetal:** La apertura del derecho de vía y la construcción de taludes eliminarían la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en una franja continua, afectando la conectividad

ecológica. Se perderían individuos de especies de encino y sotobosque, incluyendo posibles ejemplares de especies endémicas.

- **Fragmentación del hábitat:** El camino actuaría como una barrera para la fauna terrestre, especialmente para mamíferos medianos (zorra gris, tlacuache, zorrillo) y reptiles, aumentando el riesgo de atropellamiento y aislamiento poblacional.
- **Afectación a especies de conservación:** La Ranita de alta montaña (*Dryophytes euphorbiaceus*), endémica y amenazada, podría ver afectados sus microhábitats si las obras alteran los escurrimientos o la humedad del suelo en las zonas de mayor altitud.
- **Invasión de especies exóticas:** La perturbación del suelo y la apertura de claros favorecería el establecimiento de especies exóticas como el Gorrión doméstico y la Paloma turca, que podrían desplazar a la fauna nativa.

Impactos sobre el Medio Abiótico

- **Erosión acelerada:** Dada la predominancia de Leptosoles (suelos delgados) y la topografía accidentada, los cortes y terraplenes sin protección generarían erosión hídrica severa durante la temporada de lluvias, con pérdida irreversible de suelo y sedimentación de cauces.
- **Inestabilidad de taludes:** En las zonas con Esquistos (roca metamórfica foliada), los cortes realizados paralelos a la foliación podrían desencadenar deslizamientos y derrumbes, especialmente durante lluvias intensas.
- **Alteración de drenajes naturales:** Sin obras de drenaje adecuadas, los escurrimientos naturales serían interrumpidos, causando acumulación de agua en la vía, erosión concentrada y posible socavación de la base del camino.
- **Contaminación de aguas:** Los movimientos de tierra, el uso de maquinaria y la disposición inadecuada de residuos podrían generar sedimentos, aceites y otros contaminantes que llegarían a los arroyos

y, eventualmente, a los acuíferos, afectando la calidad del agua en zonas de recarga.

- **Compactación del suelo:** El paso de maquinaria pesada compactaría el suelo en áreas aledañas, reduciendo la infiltración y afectando la recarga de acuíferos en una zona de cabecera de cuenca.

3. Escenario con Proyecto y Medidas de Mitigación

Medidas Socioeconómicas

- **Contratación local preferente:** Establecer programas de contratación que prioricen mano de obra local, incluyendo a mujeres y jóvenes de las comunidades mixtecas, generando ingresos directos y capacitación en oficios.
- **Compensación justa y consulta previa:** Realizar consultas comunitarias informadas con traducción al mixteco, garantizar compensaciones justas por afectaciones a predios y establecer mecanismos de queja accesibles para la población.
- **Programas de desarrollo comunitario:** Vincular la obra con proyectos productivos locales (artesanías, café, maíz) mediante la mejora de accesos a mercados y la promoción de turismo rural.
- **Señalización y pasos peatonales:** Diseñar cruces seguros para peatones, especialmente cerca de escuelas y centros de salud, y mantener la accesibilidad durante la construcción mediante caminos alternos y horarios de cierre coordinados con la comunidad.
- **Fortalecimiento de servicios locales:** Gestionar con autoridades sanitarias y educativas la mejora de servicios aprovechando la presencia de la obra para facilitar el acceso de brigadas de salud y programas educativos.

Medidas Bióticas (Flora y Fauna)

- **Rescate y reubicación de flora:** Realizar un rescate de individuos de especies vegetales, especialmente de aquellas con valor ecológico o de

conservación (encinos, especies endémicas), para su reubicación en áreas aledañas o su utilización en programas de restauración.

- **Protección de especies amenazadas:** Identificar y proteger los microhábitats de la Ranita de alta montaña y otras especies endémicas, evitando afectaciones en zonas de mayor humedad y cobertura vegetal.
- Pasos de fauna: Construir pasos de fauna (alcantarillas tipo túnel, puentes verdes) en puntos estratégicos identificados mediante monitoreo de mamíferos y reptiles, permitiendo la conectividad entre ambos lados del camino.
- **Señalización y reductores de velocidad:** Instalar señalización de cruce de fauna y reductores de velocidad en tramos con alta probabilidad de atropellamiento, especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua.
- **Restauración de taludes con vegetación nativa:** Revegetar taludes y áreas perturbadas con especies nativas (encinos, arbustos y herbáceas locales) para acelerar la recuperación de la cobertura vegetal y proporcionar hábitat para la fauna.
- **Control de especies exóticas:** Monitorear y controlar el establecimiento de especies exóticas invasoras en las áreas perturbadas, mediante acciones de remoción mecánica y restauración ecológica.

Medidas Abióticas (Clima, Geología, Edafología, Hidrología)

- **Diseño de taludes estables:** Realizar cortes con ángulos adecuados según el tipo de roca (más tendidos en esquistos, más verticales en andesitas) y construir bermas, muros de contención y sistemas de anclaje donde sea necesario.
- **Obras de drenaje integral:** Diseñar y construir un sistema de drenaje completo que incluye alcantarillas transversales en todos los cruces de arroyos, cunetas revestidas, contracunetas en la parte superior de

taludes, y disipadores de energía para prevenir la erosión en las descargas.

- **Barreras para control de erosión:** Instalar barreras de geocostales, mallas orgánicas o fibra de coco en taludes recién conformados para retener el suelo durante las primeras lluvias, complementadas con siembra de pastos nativos y especies de rápido crecimiento.
- **Manejo de aguas pluviales:** Diseñar el drenaje para captar y conducir las aguas pluviales de manera controlada, evitando que los escurrimientos se concentren y erosión la vía o los terrenos adyacentes.
- **Protección de zonas de recarga:** Identificar y delimitar las zonas de recarga de acuíferos en el área de influencia, restringiendo las actividades de construcción en estas áreas y garantizando la infiltración mediante la conservación de la cobertura vegetal.
- **Monitoreo de calidad del agua:** Establecer puntos de monitoreo de calidad del agua en arroyos cercanos antes, durante y después de la construcción, para detectar y corregir oportunamente cualquier afectación por sedimentos o contaminantes.
- **Manejo de residuos:** Implementar un plan de manejo de residuos sólidos y líquidos, incluyendo la disposición adecuada de aceites, combustibles y materiales de construcción, con áreas impermeabilizadas para el mantenimiento de maquinaria.

Conclusión del Diagnóstico Ambiental

El **contexto actual** muestra un territorio de alta complejidad socioambiental: una población mayoritariamente indígena con profundas carencias económicas y educativas, asentada en un ecosistema de bosque de encinos con alta diversidad biológica y especies endémicas, sobre suelos frágiles y una dinámica hídrica sensible en cabeceras de cuenca. Sin el proyecto, la región continuaría con su aislamiento histórico y sus

limitaciones de desarrollo, pero manteniendo la integridad de sus ecosistemas.

En el **escenario sin medidas de mitigación**, el proyecto generaría impactos negativos significativos: erosión severa de suelos someros, contaminación de aguas, fragmentación del hábitat, afectación a especies amenazadas, y beneficios socioeconómicos limitados y desiguales, lo que podría profundizar las desigualdades existentes y generar conflictos sociales, con un saldo ambiental neto negativo.

En el **escenario con medidas de mitigación**, el proyecto tiene el potencial de transformarse en un catalizador de desarrollo sostenible. Las medidas propuestas en los ámbitos socioeconómico, biótico y abiótico permitirían minimizar los impactos ambientales, conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y generar beneficios tangibles para la población local, mejorando la conectividad, el acceso a servicios básicos y las oportunidades económicas, en un marco de respeto a la identidad cultural mixteca y a la fragilidad ecológica del territorio. La clave del éxito radica en la implementación rigurosa, el monitoreo participativo y la voluntad de construir una obra que no solo sea infraestructura vial, sino también un instrumento de justicia social y ambiental.

CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Identificación de impactos

De la información obtenida en los capítulos II y IV se determinan las interacciones entre el proyecto y el ambiente, tal integración seguirá dos líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación de las etapas y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos significativos, la segunda analiza el ambiente en el contexto del SAR para identificar los componentes ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de las etapas y actividades del proyecto. Por lo tanto, a continuación, se presenta a manera de cuadro las etapas y actividades que componen al proyecto , así como, el medio y los componentes que son susceptibles a recibir impactos.

Cuadro 25 Actividades contempladas para cada una de las etapas del proyecto.

Actividades	**Descripción**
Desmonte	Desmonte para carreteras en ZONA DE BOSQUE, cualquiera que sea su tipo y características. Incluye: tala, roza, desenraice, limpia y disposición final PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·001/11).
Despalme	Despalme de 20 cm de espesor, el material producto del despalme se desperdicia, de los pisos, fondos de excavaciones o taludes de los bancos al terminar su explotación, PUOT. Incluye: carga de material a unidades de transporte. (N·CTR·CAR·1·01·002/11)
Cortes y excavaciones	Corte en terreno natural, cualquier clasificación para formación de terraplenes, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·003/11)
	Corte en terreno natural, cualquier clasificación, cuando el material se desperdicia, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·003/11).
	Corte en ampliación de taludes, cualquier clasificación, cuando el material se desperdicia, PUOT (N·CTR·CAR·1·01·003/11).
	Corte en rebajes de la corona, cualquier clasificación, cuando el material se desperdicia, PUOT (N·CTR·CAR·1·01·003/11).

Actividades	**Descripción**
	Excavación de canal de sección variable con una profundidad mayor de 1.5 m hasta 3.0 m, el material se desperdicia, incluye carga a unidades de transporte, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·005/11)
	Excavación para estructuras u obras de drenaje, cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad mayor de 1.5 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de la misma, incluye carga a unidades de transporte, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·007/11)
	a) En obras de drenaje, b) En muros de contención
	Excavación para la formación de escalones de liga, cualquiera que sea su clasificación,en terreno natural cuya pendiente transversal excede el 25%, el material producto de la excavación se desperdicia en el banco que indica el proyecto, incluye carga a unidades de transporte, PUOT (N·CTR·CAR·1·01·004/11).
Terraplenes	Terraplén construido con material producto de corte, para el CUERPO DEL TERRAPLEN compactado al 90% de la prueba PROCTOR. Incluye: bandeado, humectación y compactación PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·009/16).
	Terraplén construido con material producto de banco, para la capa SUBRASANTE compactada al 100% de la prueba PROCTOR. Incluye: bandeado, humectación y compactación PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·009/16).
Recubrimiento de taludes y zampeados	Recubrimiento de taludes para su protección utilizando el material producto de despalmes, excavaciones y cajas para desplante de terraplenes, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·012/00).
Rellenos	Relleno con material del banco de proyecto para excavaciones de estructuras, PUOT. Incluye: carga de material a unidades de transporte, PUOT. (N·CTR·CAR·1·01·011/22). En obras de drenaje y muros de contecion
	Relleno con material del banco de proyecto para filtros, incluye carga a unidades de transporte, PUOT (N·CTR·CAR·1·01·011/24). En obras de drenaje y muros de contecion
Obra de drenaje	Zampeado de mampostería de piedra de tercera clase junteada con morterocemento 1:5, para cualquier altura, PUOT. (N·CTR·CAR·1·02·002/20).

Actividades	**Descripción**
	Concreto ciclópeo de f'c= 200 kg/cm² en muros, PUOT. (N·CTR·CAR·1·02·003/04).
	Alcantarilla tubular de concreto reforzado de f'c= 280 Kg/cm2, en dirección normal de 122 cm de diámetro (se consideran 13.77 Kg/m de acero de refuerzo), PUOT. (N·CTR·CAR·1·03·002/20).
	Cunetas de sección triangular revestidas de zampeado de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm2, PUOT. (8 N·CTR·CAR·1·03·003/00).
	Lavadero de 1.40 m de ancho de concreto hidráulico simple de f'c= 150 kg/cm2, PUOT. (N·CTR·CAR·1·03·006/00)
	Bordillo de concreto hidráulico hecho en sitio de f'c= 200 kg/cm² de 16 x 8 x 12 cm (peralte, corona y base), con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4"), PUOT. (N·CTR·CAR·1·03·007/00).
Base hidráulica	Base hidráulica de 15 cm. de espesor construida con mezcla de material pétreo totalmente triturado y cementante a base de arcilla compactable en dosificación 1:1, compactada al 100 % de la prueba PROCTOR. Incluye: suministro de materiales, mezclado, tendido y compactado PUOT. (N·CTR·CAR·1·04·002/11).
Capeta asfáltica	Carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor construida con mezcla en caliente de granulometría densa, con cemento asfáltico PG 64-22 fabricada en planta móvil y compactada al 95% de la prueba MARSHALL. Incluye: riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 a razón 1 L/m2. PUOT (N·CTR·CAR·1·04·006/20).
Señalamiento	a) Señales preventivas
	b) Señales restrictivas
	c) Señales informativas de identificación
	d) Señales informativas de destino
	e) Señales de información general
	f) Indicadores de alineamiento
	g) Defensas
	h) Marcas en el pavimento
	i)Vialetas y botones

Derivado de lo anterior, los requisitos para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos consideran los siguientes puntos:

Ser representativos del entorno afectado, y por consiguiente del impacto total sobre el medio producido por la ejecución del Proyecto.

Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias.

De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo.

Cuantificables, dentro de lo posible.

Por lo tanto, en el cuadro, se presentan los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Cuadro 26.-Componentes ambientales susceptibles de recibir impactos.

Medio	Componente	Impacto	Factor
Abiótico	Suelo	Tipo de uso	Cambio en el uso del suelo
		Calidad	Generación de erosión hídrica del suelo
			Modificación de la morfología del suelo
			Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial Contaminación por residuos sanitarios (fecalismo al aire libre)
	Agua	Recarga	Afectación o disminución de las ares de Infiltración al subsuelo, afectando el balance hídrico
		Calidad	Afectación a cuerpos de agua por sedimentos y/o contaminación por residuos.
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos
			Generación de polvo
	Ruido	Confort sonoro	Generación por ruido
Biótico	Vegetación	Cobertura	Eliminación en la cobertura vegetal/desmonte

Medio	Componente	Impacto	Factor
		Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos
	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos
		Abundancia	Riesgo de afectación de individuos
		Hábitat	Perturbación del hábitat
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Existen gran número de técnicas para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales producidos por un Proyecto en particular, por lo que la elección de un método en específico depende de la complejidad del problema y de los datos requeridos por las propias metodologías. Por lo que es importante que la técnica elegida utilice de manera óptima la información recabada y se evite de este modo que la evaluación sea nada más una agregación de datos sin analizar.

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del Proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

Las principales ventajas de utilizar esta matriz consisten en que es muy útil como instrumento de selección para desarrollar una identificación de

impactos y puede proporcionar un medio valioso para comunicarlos, al proporcionar un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que los producen, el uso de las matrices es un método ampliamente usado en los procesos de evaluación ya que facilitan el estudio de diversas actividades dentro del proceso, además de que puede ser utilizado como un método de resumen para la comunicación de resultados. En el presente estudio se aplicó el método de "Matriz Interactiva de Leopold Modificada". Esta técnica de identificación de impactos ambientales, ayudará a la determinación de los componentes del área de estudio que resultarán impactados durante las etapas de implementación del Proyecto.

V.1.2 Caracterización de los impactos

Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del Proyecto, sus componentes y factores ambientales, se elaboró la matriz de identificación de las interacciones ambientales (matriz de Leopold, modificada). Se ordenan sobre las columnas las actividades del Proyecto y sobre los renglones o filas se incluyen los factores ambientales a impactar. La existencia de interacción entre las actividades del Proyecto y los factores ambientales se resalta en la matriz impacto rellenándose las celdas de intercepción, asimismo se asigna el carácter del impacto, el cual puede ser positivo (+) o negativo (-), como se observa el siguiente matriz de evaluación

Cuadro 27 Matriz de identificación de las interacciones ambientales del proyecto.

Medio	Componente	Factor	Impacto	ETAPAS										
				I. Preparación del sitio			II. Construcción						III. Operación y mantenimiento	
				Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Terraplenes	Recubrimiento de taludes y zampeados	Rellenos	Obras de drenaje	Base hidráulica	Carpeta asfáltica	Señalización y Operación del camino	Retiro de instalaciones temporales y maquinara
Abiótico	Suelo	Tipo de uso	Cambios de uso de suelo	(-)										
		Calidad	Erosión del suelo	(-)	(-)	(-)								
			Modificación de la morfología del terreno			(-)	(-)		(-)					
			Contaminación por residuos (RSU, RME, RP)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	(-)								(-)	(-)	
		Calidad	Afectación a cuerpos de agua			(-)	(-)		(-)	(+)				
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
			Emisión de partículas (polvo)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Biótico	Vegetación	Cobertura	Eliminación de la cobertura vegetal	(-)										
		Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos	(-)										
	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	(-)										

		Abundancia	Riesgo de afectación a individuos	(-)											
		Hábitat	Perturbación del hábitat	(-)											
Socio- económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
	Población	Riesgo	Riesgo de accidentes	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	(-)	(-)										

Impacto Positivo	(+)	**12**
Impacto Negativo	(-)	**82**

Como se observa en el cuadro anterior se identificaron un total 94 interacciones ambientales de las cuales 12 se consideran impactos positivos y 82 impactos negativos. Siendo el medio socioeconómico el que registra la mayor cantidad de los impactos positivos, por lo que en este sentido el proyecto favorece, con lo que respecta a los impactos negativos estos se distribuyen en su mayoría en el medio abiótico, seguido del medio socioeconómico y finalmente para el medio biótico, sin embargo, es en este componente donde se presentan los mayores impactos, a continuación, se muestra a manera de gráfica lo mencionado con anterioridad.

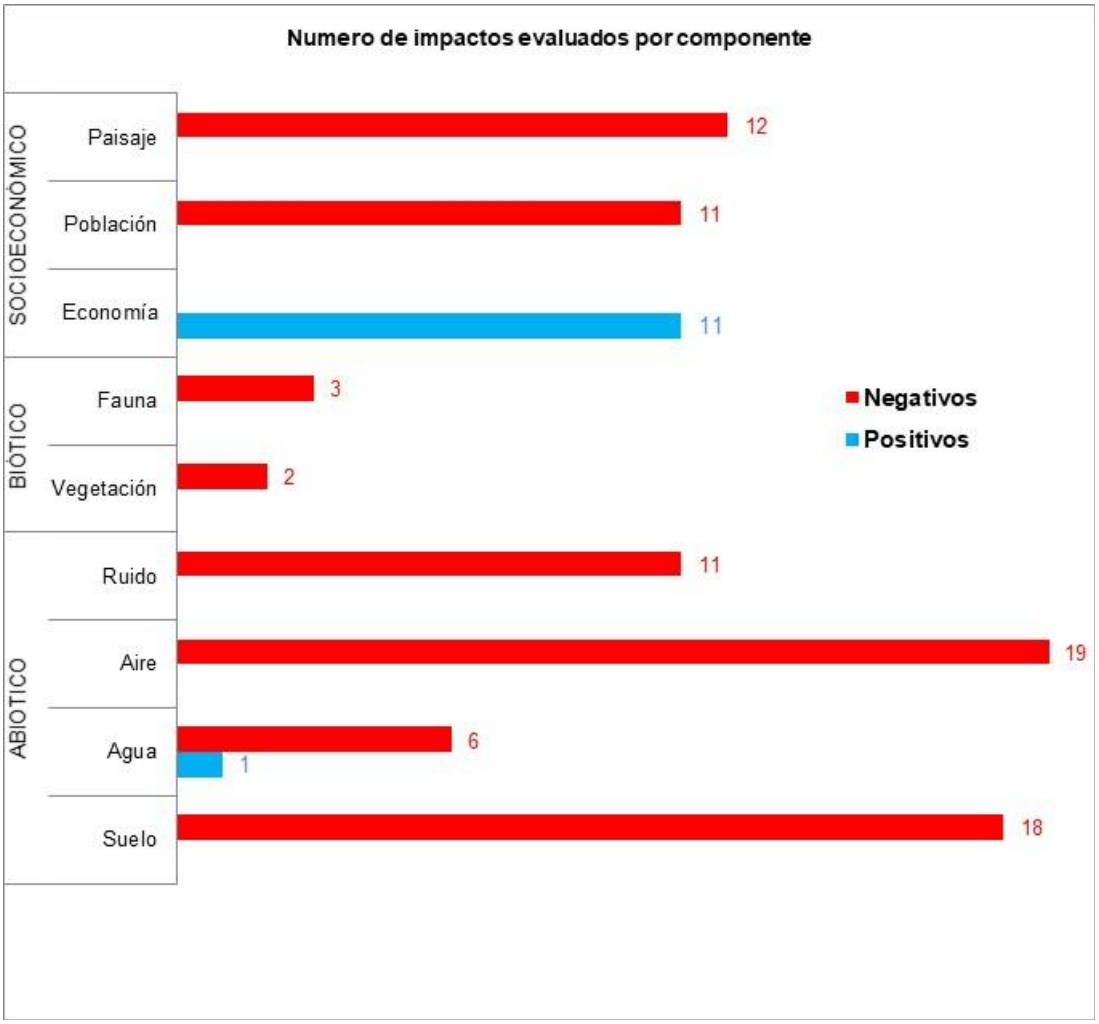


Ilustración 19-Distribución de impactos por medio y componente ambiental.

En cuanto a cada etapa del proyecto se tiene que para la etapa I.- Preparación del sitio, el número de impactos negativos es de 31 y el número

de impactos positivos es de 3, para la etapa II.-Construcción, el número de impactos negativos es de 41 y el número de impactos positivos es de 7 finalmente para la etapa III.- Operación y mantenimiento se registraron 10 impactos negativo y 2 positivos

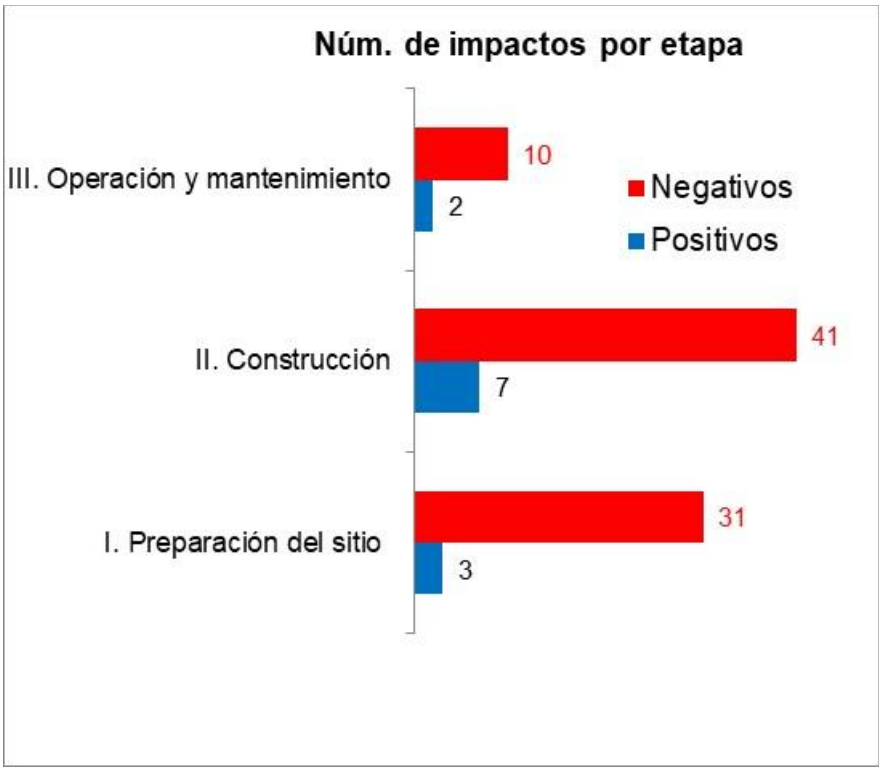


Ilustración 20-Interacciones por etapa del proyecto

Así también, dentro de la identificación de los impactos también se consideró el análisis de su distribución de acuerdo a cada actividad y etapa del proyecto, lo cual muestra que las actividades de desmonte, despalme, cortes, terraplenes, relleno y carpeta asfáltica , registran el mayor número de impactos negativos, tal como se muestra en la ilustración siguiente

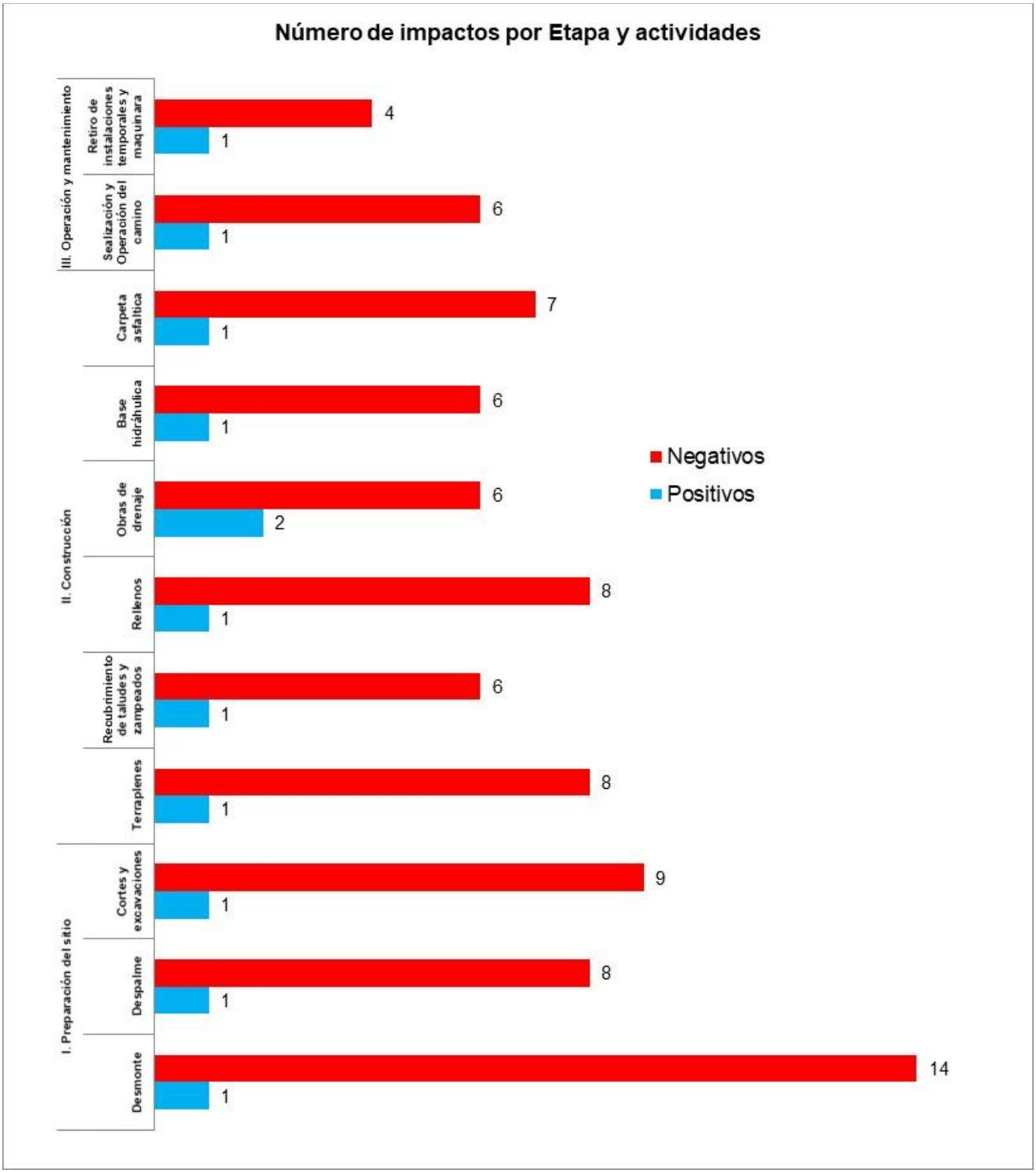


Ilustración 21. Distribución de los impactos por etapa del proyecto.

V.1.3 .-Indicadores de impacto

El ámbito del medio afectado es difícil de establecer "a priori", puesto que los impactos que pueden generarse se distribuirán espacialmente de distinta forma según las características del entorno que se trate y de cada uno de los componentes ambientales que caracterizan al territorio. A nivel general, y teniendo en cuenta que estos criterios pueden modificarse notablemente según avance el estudio, se pueden considerar los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio:

Conforme a la definición de "indicador", a continuación, se presenta un cuadro en el que se incluyen los factores ambientales que serán impactados por las acciones del proyecto y los indicadores que permiten dimensionar la magnitud e importancia de los impactos negativos, ocasionados al ambiente de la zona donde se ejecuta la obra.

Cuadro 28 Indicadores de impacto por componente ambiental.

Componente	Factor	Impacto	Indicador
Suelo	Tipo de uso	Cambios en el uso de suelo	Eliminación total de la vegetación en la superficie que corresponde al proyecto.
	Calidad	Erosión del suelo	Pérdida de suelo por el movimiento del mismo. Eliminación de las propiedades biológicas y físico-químicas del suelo.
		Modificación de la morfología del suelo	Modificación del relieve, eliminación de las propiedades biológicas y físico-químicas del suelo.
		Contaminación por residuos	Generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial Contaminación por fecalismo.

Componente	Factor	Impacto	Indicador
Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	Disminución de áreas de captación y recarga de agua pluvial, disminución de la infiltración en la recarga hídrica y mayor escorrentía.
	Calidad	Afectación cuerpos de agua	Afectación a cuerpos de agua cercanos al sitio del proyecto (ríos, arroyos, lagos/lagunas)
Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	Uso de maquinaria y vehículos de combustión que generan emisiones a la atmósfera.
		Emisión de partículas (polvo)	Emisión de partículas sólidas (polvo).
Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	Niveles de ruidos emitidos o nivel de presión sonora de acuerdo al equipo utilizado.
Vegetación	Cobertura	Disminución y/o eliminación de la cobertura	Disminución de vegetación forestal / estimación de volumen forestal a remover cantidades y especies de flora, identificando si existe alguna en norma
	Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos	Valoración de la importancia biológica de la flora o vegetación a afectar identificando si existe alguna en norma
Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	Identificación de especies a afectar por el desarrollo del proyecto.
	Abundancia	Riesgo de afectación de individuos	Valoración de la importancia biológica de los grupos faunísticos afectados identificando si existe alguna en norma

Componente	Factor	Impacto	Indicador
	Hábitat	Perturbación del hábitat	Eliminación de la vegetación que es el hábitat de animales en dicha superficie.
Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	Mano de obra requerida en todas las etapas del proyecto.
Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	Número de accidentes laborales en cada una de las etapas del proyecto.
Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	Personas quejosas por la mala visualización del entorno inmediato por la generación de contaminantes y partículas.
	Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	La no apreciación del fondo escénico.

V.1.4 .- Valoración de los impactos

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un Proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

Para la valoración se procede a calificar el impacto ambiental considerando los criterios: básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación), como se presenta en el cuadro de valoración, en donde cada valor va de acuerdo al componente que se evalúa.

Los criterios de valoración están diferenciados en dos categorías la primera de la valoración del medio abiótico y biótico, y la segunda evalúa el medio socioeconómico. Esta separación de medios es con el fin de poder evaluar adecuadamente la significancia de los posibles impactos ambientales en las etapas: preparación de sitio, construcción; operación y mantenimiento.

Cuadro 29 Criterios básicos y complementarios para valorar el medio biótico y abiótico.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	Definida por la superficie proporcional del recurso dentro de la poligonal del sistema ambiental y el predio que se verá dañado por determinada acción o actividad del proyecto, o bien, por el limite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la normativa correspondiente.	Definida por el alcance del efecto a partir del sitio en donde se genera dicho efecto.	Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	No existe. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Nula. No hay medidas de mitigación
1	Mínima: Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Puntual: Si el efecto no rebasa el área de influencia	Corta: Cuando el efecto dura menos de 1 mes	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	Mínima. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
				superior a las mismas			
2	Moderada: Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Local: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Mediana: Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	Moderada. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	Alta: cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable.	Regional: Si el efecto rebasa el área de estudio	Larga: cuando el efecto dura más de 1.5 años	Fuerte. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.		Alta. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Cuadro 30 Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico.

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	Definida por la mejora del componente económico, por la población que se	Definida por el alcance espacial de la mejora del componente económico y el	Definida por la extensión en el tiempo de la mejora del componente	Definido por el grado de interacción entre impactos	Definida por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la percepción del Proyecto por la sociedad civil	Definida por la existencia de medidas y/o recomendaciones que aseguren

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el limite permisible de las afectaciones que causara determinada acción con respecto a lo establecido con la norma correspondiente.	alcance de los impactos para la población que se verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el limite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la norma.			(No aplica para impactos positivos)	(No aplica para impactos positivos)	la mejora del efecto. (No aplica para impactos positivos)
0				Nula: Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Nula: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	No existe: Cuando la sociedad civil local y regional NO manifiesta preocupación por el Proyecto	No existe: No existen medidas de mitigación
1	Mínima: Cuando el componente se mejora 25% o menos. Cuando se presenta de 0-	Puntual: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las	Corta: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las	Ligera: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples)	Poca: Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones	Mínima: Cuando la sociedad civil local manifiesta	Existe: Cuando existen medidas y/o recomendaciones que aminoren

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	1 accidentes por día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones menores al 50% de los límites permisibles. Cuando la actividad afecte menos del 50% del fondo escénico.	que se ejecuta el Proyecto. Cuando los accidentes son en el sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de menor gravedad. Cuando se afecta localidad visual del entorno inmediato y se perturba la visibilidad en menos de un 50%.	actividades de preparación del sitio. Cuando un accidente es de menor gravedad. Cuando la afectación al paisaje solo presenta en las actividades de preparación del sitio y construcción.	es ligeramente superior a las mismas.	diferentes sobre el mismo componente ambiental	preocupación por el Proyecto	el impacto sobre el medio socioeconómico.
2	Moderada: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%. Cuando se presentan de 2 accidentes a más al día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones mayores al 50%. Cuando la actividad afecte más del 50% del fondo escénico.	Local: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el Proyecto. Cuando los accidentes ocurren fuera del sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de mayor gravedad. Cuando se afecta la calidad visual del entorno y se perturba la visibilidad mayor a un 50%.	Mediana: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del Proyecto y/o hasta su tiempo de vida útil. Cuando el accidente es de mayor gravedad. Cuando la afectación al paisaje se presenta durante la vida útil del proyecto.	Moderada: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Media: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental	Moderada: Cuando la sociedad civil local manifiesta objeción por el Proyecto	

Los criterios de los cuadros anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario respectivamente; con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significancia del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Dónde:

Iij = intensidad del impacto

Eij = extensión del impacto

Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de $0.33 \leq IB \leq 1$

Índice Complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

Para los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Dónde:

Sij = Sinergia

Aij = Acumulación

Cij = Controversia

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por los que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: $0 \leq IC \leq 1$.

Índice del Impacto sin medidas de mitigación: El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor de impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}}$$

Dónde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación: Obtenidos los indicadores IB, IC e II (Índice básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice del impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando la siguiente fórmula:

Para medio abiótico y biótico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)}$

Para medio socioeconómico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)}$

Dónde:

IIij = Índice de impacto

Mij = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Significancia el impacto: De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia, según los siguientes intervalos:

Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200

Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400

Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600

Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800

Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

Después de asignar las categorías de impacto, y realizar los cálculos de índices correspondientes se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

Cuadro 31 Matriz de Leopold modificada para determinar la valoración de los impactos ambientales, Impacto no significativo (NS), Impacto poco significativo (PS), Impacto moderadamente significativo (MS), Impacto significativo (S), Impacto muy significativo.

Medio	Componente	Factor	Impacto	Actividad	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	Tipos de uso	Cambios de uso de suelo	Desmonte	2	1	3	3	2	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	(-)	**MMS**	0	0.835	**MMS**
		Calidad	Erosión del suelo	Desmonte	2	1	3	3	2	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	(-)	**MMS**	1	0.557	**MS**
				Despalme	2	1	3	3	2	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	(-)	**MMS**	1	0.557	**MS**
				Cortes y excavaciones	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	(-)	**MMS**	1	0.580	**MS**
			Modificación de la morfología del terreno	Cortes y excavaciones	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	(-)	**MMS**	0	0.870	**MMS**
				Terraplenes	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	(-)	**MMS**	0	0.870	**MMS**
				Rellenos	2	1	3	2	2	0	0.667	0.444	0.556	**0.798**	(-)	**S**	0	0.798	**S**
			Contaminación por residuos (RSU, RME, RP)	Desmonte	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Despalme	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Terraplenes	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Rellenos	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Obras de drenaje	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Base hidráulica	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Carpeta asfáltica	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Señalización y Operación del camino	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Retiro de instalaciones temporales y maquinara	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	2	0.181	**NS**
	Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	Desmonte	2	1	3	2	2	0	0.667	0.444	0.556	**0.798**	(-)	**S**	0	0.798	**S**
				Carpeta asfáltica	1	1	3	2	2	0	0.556	0.444	0.556	**0.721**	(-)	**S**	0	0.721	**S**

	Aire	Calidad		Operación del camino	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
			Afectación a cuerpos de agua	Cortes y excavaciones	2	1	3	2	2	0	0.667	0.444	0.556	**0.798**	(-)	**S**	1	0.532	**MS**
				Terraplenes	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Rellenos	1	1	1	2	2	0	0.333	0.444	0.556	**0.543**	(-)	**MS**	1	0.362	**PS**
				Obras de drenaje	2	1	3	2	2	0	0.667	0.444	0.556	**0.798**	(+)	**S**	1	NA	**NA**
			Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	Despalme	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Terraplenes	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Rellenos	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Base hidráulica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Carpeta asfáltica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Señalización y Operación del camino	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
			Emisión de partículas (polvo)	Desmonte	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Despalme	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Terraplenes	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Rellenos	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Base hidráhulica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Carpeta asfaltica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Retiro de instalaciones temporales y maquinara	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	Desmonte	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Despalme	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Terraplenes	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Rellenos	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Base hidráhulica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**

Biótico				Carpeta asfaltica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Sealización y Operación del camino	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
				Retiro de instalaciones temporales y maquinara	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	2	0.160	**NS**
	Vegetación	Cobertura	Eliminación de la cobertura vegetal	Desmonte	3	1	3	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	(-)	**MMS**	0	0.894	**MMS**
		Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos	Desmonte	3	1	3	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	(-)	**MMS**	1	0.596	**MS**
	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	Desmonte	3	1	3	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	(-)	**MMS**	1	0.596	**MS**
		Abundancia	Riesgo de afectación a individuos	Desmonte	3	1	3	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	(-)	**MMS**	1	0.596	**MS**
		Hábitat	Perturbación del hábitat	Desmonte	3	1	3	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	(-)	**MMS**	0	0.894	**MMS**
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	Desmonte	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Despalme	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Terraplenes	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Rellenos	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Base hidráulica	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Carpeta asfáltica	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Señalización y Operación del camino	1	1	2	1	1	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
				Retiro de instalaciones temporales y maquinara	1	1	2	1	1	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	(+)	**MS**	3	NA	**NA**
	Población	Riesgo	Riesgo de accidentes	Desmonte	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Despalme	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Cortes y excavaciones	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Terraplenes	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Rellenos	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Base hidráulica	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**

				Carpeta asfáltica	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Sealización y Operación del camino	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
				Retiro de instalaciones temporales y maquinara	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	3	0.000	**NS**
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno	Desmonte	2	1	1	1	2	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	(-)	**MS**	1	0.388	**PS**
				Despalme	2	1	1	1	2	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	(-)	**MS**	1	0.388	**PS**
				Cortes y excavaciones	2	1	1	1	2	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	(-)	**MS**	1	0.388	**PS**
				Terraplenes	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Recubrimiento de taludes y zampeados	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Rellenos	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Obras de drenaje	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Base hidráulica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Carpeta asfáltica	1	1	1	1	2	0	0.333	0.333	0.667	**0.481**	(-)	**MS**	1	0.320	**PS**
				Operación del camino	1	1	1	1	1	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	(-)	**MS**	1	0.284	**PS**
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	Desmonte	2	1	1	2	2	0	0.444	0.444	0.556	**0.637**	(-)	**S**	2	0.212	**PS**
				Despalme	2	1	1	2	2	0	0.444	0.444	0.556	**0.637**	(-)	**S**	2	0.212	**PS**

	Impacto Positivo	12
	Impacto Negativo	82

V.2 Evaluación del impacto Ambiental sin medidas de mitigación

De acuerdo con la información proporcionada en apartados anteriores se discute y analizan los impactos relevantes y significativos que el proyecto puede ocasionar, ya sea de forma independiente o derivado de un efecto acumulativo con otros que ya están ocurriendo en el SAR.

Por lo tanto, como resultado de la valoración realizada se identificaron 82 impactos negativos y 12 impactos positivos, de los cuales de acuerdo a su valor de significancia como "moderadamente significativo" se registraron un total de -65 impactos negativos y 11 positivos, en el rango de "significativo" se registraron -6 impactos negativos y 1 positivo y finalmente para el rango de "muy significativo" el total de impactos fue de -11 de los cuales todos fueron negativos, tal información se representa en la ilustración siguiente, en este sentido y de acuerdo la visualización de la gráfica se tiene que los impactos que se generaran por la construcción del camino son efectivamente significantes sobres los componentes ambientales, dado que se trata de una ampliación y modernización del camino, esto significa la rectificación de algunas curvas con la consiguiente remoción de vegetación y cortes a lo ancho de la línea de ceros y poder albergar técnicamente al proyecto, así como nivelaciones, terraplenes y el pavimento asfaltico en sí, que efectivamente ocasionara un impacto ambiental, sumado al existente de cuando el camino fue construido por primera vez.

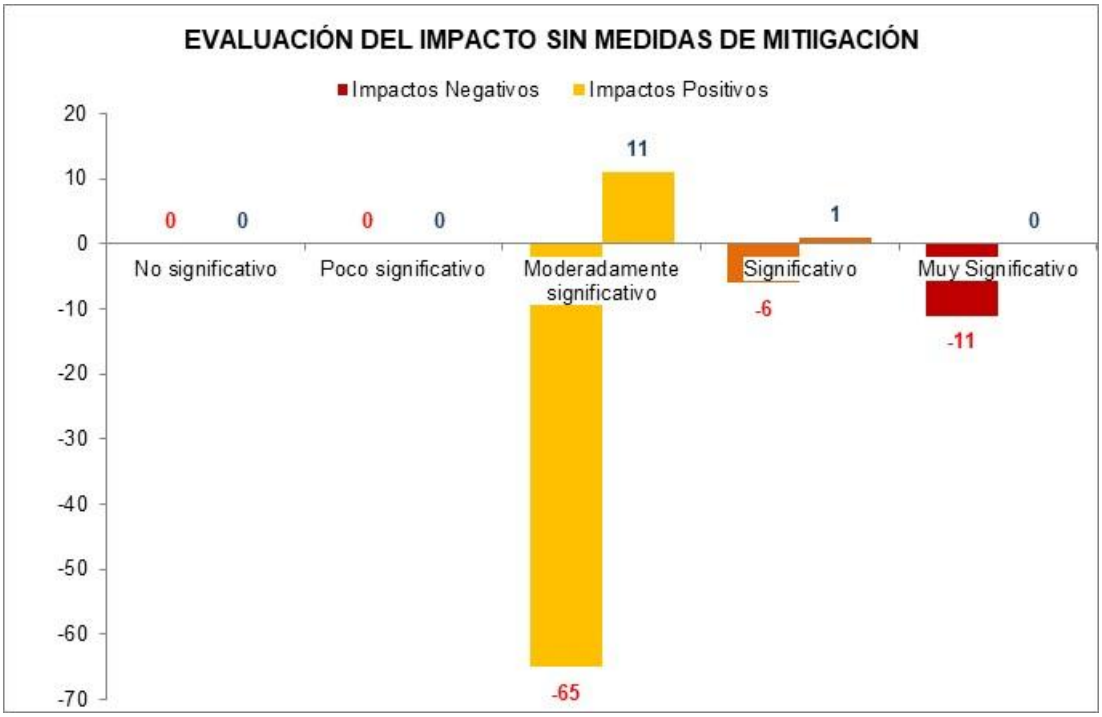


Ilustración 22 Representación de la significancia de los impactos ambientales

Cuadro 32 Matriz de resultados de la valoración de impactos (Significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación).

Medio	Componente	Factor	Impacto	I. Preparación del sitio			II. Construcción						III. Operación y mantenimiento	
				Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Terraplenes	Recubrimiento de taludes y zampeados	Rellenos	Obras de drenaje	Base hidráulica	Carpeta asfáltica	Señalización y Operación del	Retiro de instalaciones temporales y maquinara
Abiótico	Suelo	Tipo de uso	Cambios de uso de suelo	MMS										
		Calidad	Erosión del suelo	MMS	MMS	MMS								
			Modificación de la morfología del terreno			MMS	MMS		S					
			Contaminación por residuos (RSU, RME, RP)	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	S								S	MS	
		Calidad	Afectación cuerpos de agua			S	MS		MS	S				
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos		MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	
			Emisión de partículas (polvo)	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS		MS
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Biótico	Vegetación	Cobertura	Eliminación de la cobertura vegetal	MMS										

		Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos	**MMS**										
	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	**MMS**										
		Abundancia	Riesgo de afectación a individuos	**MMS**										
		Hábitat	Perturbación del hábitat	**MMS**										
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	**MS**	
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	**S**	**S**									

Significancia del impacto		**TOTAL**	Color
No significativo	NS	**0**	
Poco significativo	PS	**0**	
Moderadamente significativo	MS	**76**	
Significativo	S	**7**	
Muy significativo	MMS	**11**	
TOTAL=		**94**	

De las valoración de los impactos negativos y positivos en relación con valor de significancia representados en la ilustración los cuales son resultados del escenario en donde aún no se aplican las medidas de mitigación, en particular de los impactos negativos de acuerdo a las etapas del proyecto se distribuyen de la siguiente manera, Etapa I. Preparación del sitio con un 36%, II.-Construcción con un 51% , y finalmente la etapa de operación y mantenimiento es la etapa que registra menos impactos negativos con un 13%, tal y como se muestra a continuación.



Ilustración 23. Representación del porcentaje de la significancia de los impactos ambientales por etapa constructiva

Respecto la valoración de la magnitud de los impactos por cada eta constructiva se tiene la siguiente distribución en la etapa de preparación del sitio, que es donde la los impactos muy significativos tienen mayor relevancia con 10, los moderadamente significativos con 17 y significativas con 4.

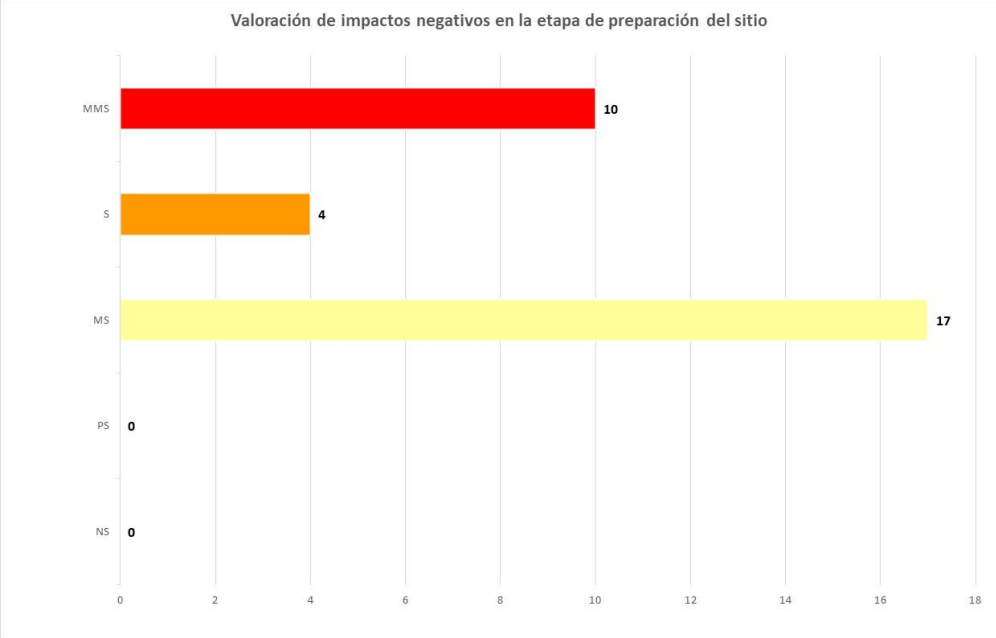


Ilustración 24. Valoración de los impactos negativos en la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de construcción se tuvieron los siguientes resultados de la evaluación: 38 impactos moderadamente significativos, 2 impactos significativos y 1 impacto muy significativo

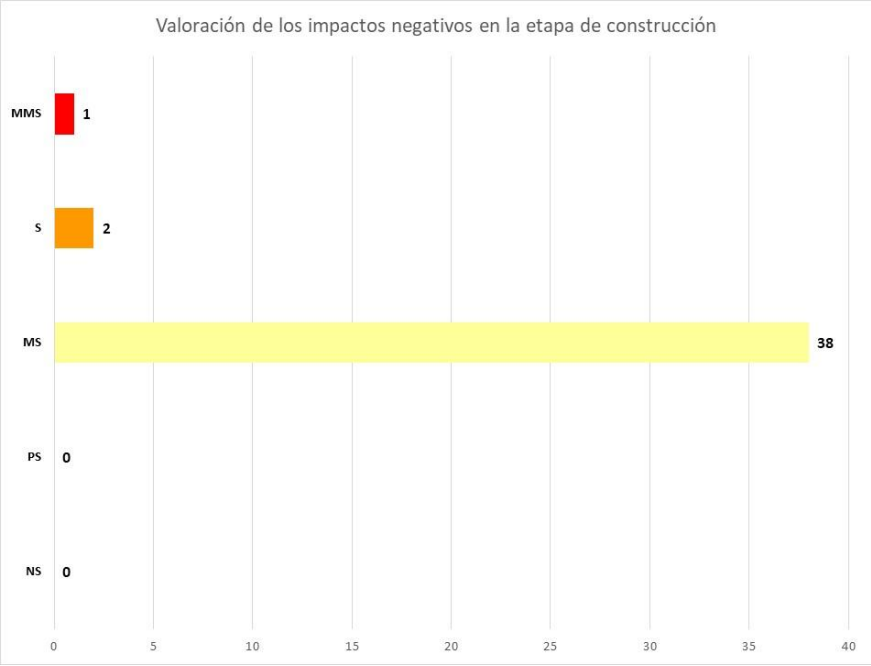


Ilustración 25. Valoración de los impactos negativos en la etapa de construcción

En la etapa de operación y mantenimiento se tuvieron los siguientes resultados de la evaluación: 38 impactos moderadamente significativos, 2 impactos significativos y 1 impacto muy significativo

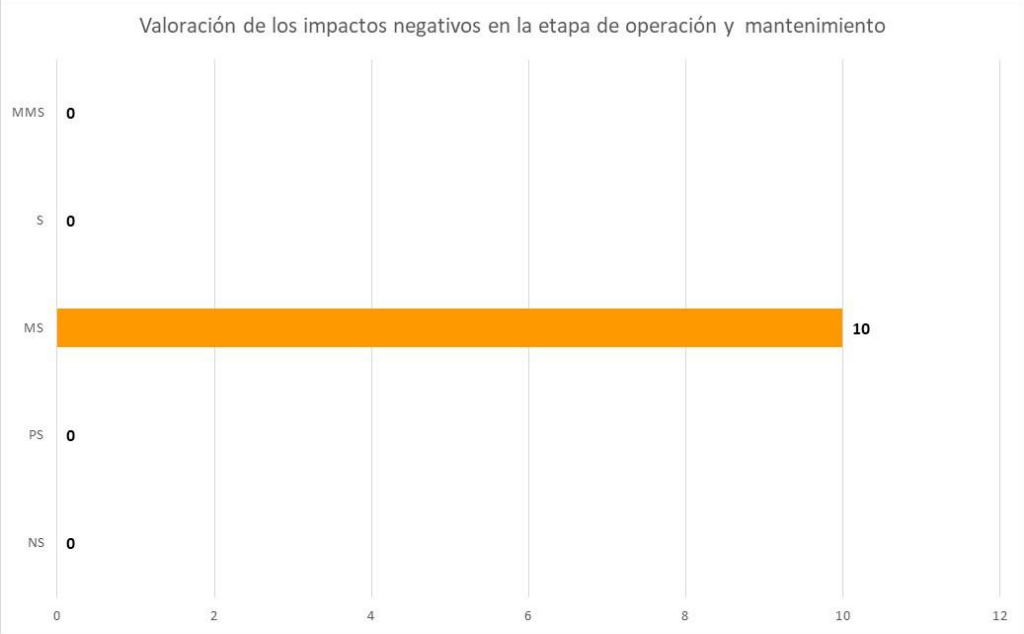


Ilustración 26. Valoración de los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento

En el siguiente cuadro se presentan el resumen de los resultado de la evaluación del impacto ambiental bajo el escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.

Cuadro 33 Comparativa de significancia de impactos ambientales por etapa del proyecto.

Impacto	**I. Preparación del sitio**			**II.Construcción**			**III. Operación y mantenimiento**			**Total, de impactos**	**Negativos**	**Positivos**
	+	**–**	**Total**	**+**	**–**	**Total**	**+**	**–**	**Total**			
No significativo (NS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Poco significativo (PS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Moderadamente significativo (MS)	3	17	20	6	38	44	2	10	12	76	65	11
Significativo (S)	0	4	4	1	2	3	0	0	0	7	6	1
Muy Significativo (MMS)	0	10	10	0	1	1	0	0	0	11	11	
Total	**3**	**31**	**34**	**7**	**41**	48	**2**	**10**	12	**94**	82	12

En total los impactos negativos que se generaran por las actividades de construcción del camino se presentan en la gráfica siguiente, se estima que, se ocasionaran 65 impactos moderadamente significativos, 6 significativos y 11 Muy significativos

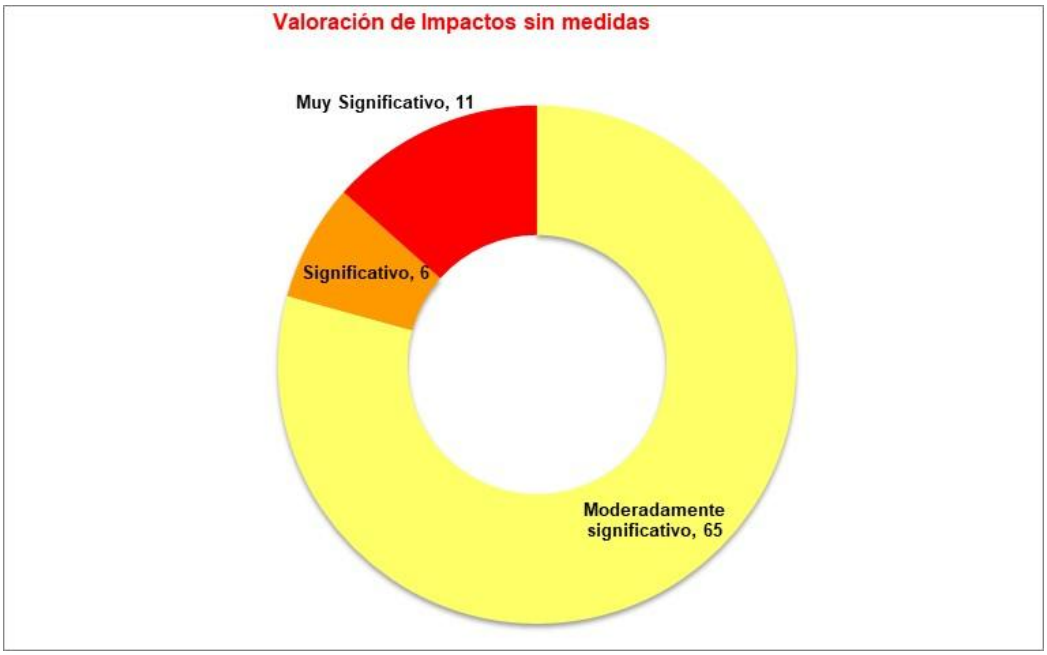


Ilustración 27. Valoración de Impactos sin medidas

La cantidad de los impactos negativos se presenta en el medio abiótico se estiman que se presentaran 54 del total de los impactos, en el medio bióticos solamente 5 del total de los impactos y en el medio socioeconómico se genera el 23 de los impactos del total

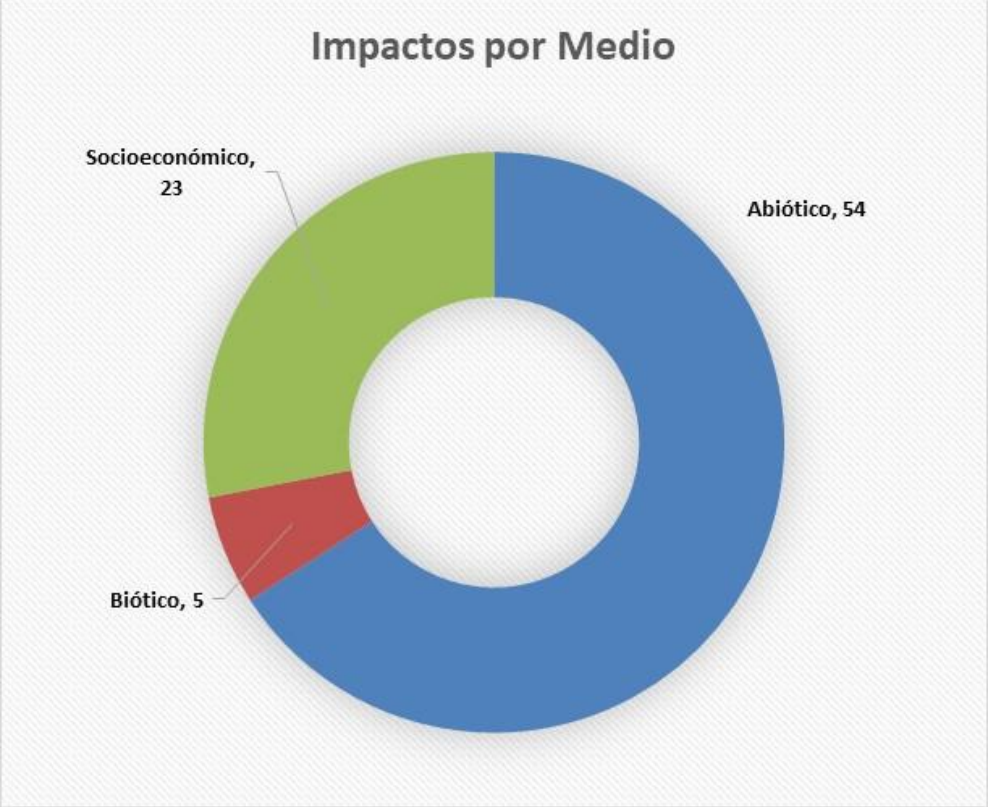


Ilustración 28 Distribución de los impactos por medio.

SUELO

Tipo de Uso

La superficie total del proyecto es de 2.80 has que corresponden al ancho de la línea de ceros, de esta superficie la afectación por cambio de uso del suelo es de 0.866 has las cuales corresponde a Vegetación Secundaria de Bosque de Encino , este tipo de vegetación es considerada como vegetación forestal por lo que efectivamente se realizara un cambio de uso del suelo, por la superficie a afectar y el estado de vegetación se considera un impacto Muy Significativo

Calidad

Erosión

La eliminación de cobertura vegetal, es decir, el desmonte y despalme por el movimiento de materiales, podrían ocasionar un incremento en la taza de

erosión local; especialmente en la franja de terrenos inmediatos al área de ocupación del proyecto.

Los principales factores de erosión en la zona corresponden al viento, escurrimientos, la pendiente y arrastres, los cuales son uno de los principales factores de la dinámica de pérdida de suelos, en este sentido la topoforma del terreno es de sierra alta compleja, lo que nos indica fuertes pendientes en la zona del proyecto

Durante las actividades de preparación del sitio se eliminará la cobertura vegetal en el área donde hay presencia de vegetación forestal y se removerá suelo por el despalme, cortes y excavaciones en el ancho de la línea de ceros, de tal forma que se estima que el impacto de Muy Significativo en este par de actividades que son el desmonte y despalme principalmente, de tal forma que dichos impactos podrán ser mitigados y compensados.

Modificación de la morfología del suelo

Dado que se tendrá que construir las terracerías para conformar la sección del camino, será necesario realizar cortes y excavaciones en el terreno en el área de afectación del proyecto (ancho de línea de ceros), por lo que estos cortes significan la modificación de la morfología del terreno compuesto por una morfología del tipo de sierra alta compleja, este impacto está ligado directamente con la generación de erosión., dado que se tendrán que mover importantes volúmenes de terracerías tal como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 34. Volúmenes de suelo a remover

Despalme en corte	3,915 M3
Despalme en terraplén	83 M3
Corte Adicional	124,608 M3
Ampliación de Corte	2,646 M3
Rebaje de corona	8,021 M3
Excavaciones	1,018.60 M3
Terraplén	748 M3

Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos, de manejo especial y fecalismo al aire libre

Las operaciones de reparación y mantenimiento de vehículos y maquinaria, así como los derivados de los trabajos de modernización del camino generan importantes cantidades de residuos de distinta naturaleza (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos). Los residuos en los cuerpos de agua o el suelo producen variados efectos como su acumulación, la atracción de fauna (nociva, feral y silvestre) o la contaminación con sustancias tóxicas.

Entre los residuos principales destacan:

PELIGROSOS Aceites lubricantes usados, filtros de aceite, filtros de combustible, líquido de frenos, fluido refrigerante, líquido anticongelante, restos de pinturas, materiales impregnados en sustancias peligrosas (trapos, guantes, monos, papel, adsorbente), bidones o envases que han contenido sustancias o residuos peligrosos.

SÓLIDOS URBANOS NO PELIGROSOS Plásticos, gomas, vidrio, basuras, papel y cartón, fejes, pet, entre otros.

DE MANEJO ESPECIAL., Residuos de la construcción.

A nivel de Sistema Ambiental Regional, la generación de residuos tendrá significancia dado que el mal manejo de residuos resulta visible y alguno de ellos dado su composición son trasladados fácilmente de un lado a otro incluso fuera del sitio del proyecto, impactando el sistema ambiental.

El fecalismo al aire libre durante las actividades de construcción podría ocasionar contaminación directa al suelo o algún arroyo cercano al sitio del proyecto

AGUA

Recarga Hídrica

Infiltración

Los dos factores están estrechamente ligados a la ecuación del balance hídrico el cual nos indica que las entradas son igual a las salidas, para que

se cumpla el principio de conservación de la masa, por lo tanto, tenemos (Castillo et al., 2010)

$$Entradas = Salidas$$

$$Precipitación = Escorrentia + evapotranspiración + Infiltración$$

Es decir que cuando uno de estos parámetros se ve afectado la ecuación entra en desbalance y ocurren los impactos a estos factores, en este caso la precipitación es un valor constante dado que no hay afectación por la construcción del proyecto, sin embargo al construirse una pavimento asfaltico sobre sobre la superficie del proyecto para conformar el ancho de calzada de proyecto, dicha superficie se volverá impermeable, es decir que en este polígono no habrá infiltración, por lo cual se considera un impacto Significante en su mayoría y que permanecerá en la etapa de operación, este efecto inicia con la eliminación de la cobertura vegetal, y el suelo con materia orgánica que permiten crear las condiciones de infiltración, existir un desbalance en la infiltración esta agua que ya no se infiltra se escurre, por lo que la escorrentía superficial aumenta y tendrá su impacto en la generación de erosión, por lo que el impacto de la infiltración se valora como significativo, dicho impacto permaneceré el tiempo de vida útil del proyecto en la superficie de obra permanente., que es la superficie de obras permanentes .

AIRE

Calidad

Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos

Las principales emisiones durante la construcción y el mantenimiento de la infraestructura carretera son los gases producidos por los motores de combustión interna y las partículas en suspensión. GASES CONTAMINANTES Los hidrocarburos fósiles (derivados del petróleo como la gasolina, el diésel o el gasóleo), son compuestos orgánicos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno y una mezcla de impurezas presentes en éstos (azufre), que al momento de una combustión ineficiente supone la emisión de sustancias contaminantes, óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de

azufre (SO2), monóxido de carbono (CO), partículas sólidas e hidrocarburos no quemados (HC) principalmente. Los motores de combustión interna también transforman los hidrocarburos en dióxido de carbono (CO2), afectando directamente a la calidad del aire.

A nivel de SAR, este impacto no es significante dado que es mitigado por la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Bosque de Encino,de ahí que la medida de compensación de Reforestación está directamente relacionada con la mitigación de este impacto

Emisión de partículas (polvo)

La circulación de vehículos sobre la superficie de caminos de terracería, para acceder a la obra provoca la suspensión de partículas de polvo, al igual que las actividades que signifiquen movimiento de suelos para el acondicionamiento de la sección actual del camino. El polvo depositado en la superficie foliar impide el intercambio gaseoso interfiriendo con el suministro de CO2, y con ello la efectividad de la fotosíntesis. El polvo también contamina las aguas superficiales, provoca enfermedades respiratorias en las personas y afecta la visibilidad de los conductores en los caminos

Este impacto es puntual y a nivel de SAR es poco significativo, esto dado que es puntual la generación de polvos y dado el relieve del terreno y vegetación, esto es mitigado

Confort sonoro

Ruido

La maquinaria pesada emite ruido y vibraciones de importancia hacia el entorno. La concentración y la circulación de vehículos generan altos índices de ruido durante la operación de las carreteras debido al funcionamiento del motor así como al rozamiento de las llantas con la superficie de rodamiento. El ruido ocasionado por el tráfico disminuye la calidad del hábitat para especies sensibles debido a las elevadas intensidades sonoras,

lo que ocasiona que éstas se dispersen hacia zonas que pueden ser, en muchas ocasiones, menos benevolentes. La intensidad del ruido apreciable a distancia propicia que la zona sea absolutamente evitada por algunas especies, por lo menos durante algunas temporadas de importancia biológicas (reproducción, alimentación). Ello disminuye inevitablemente el hábitat disponible, y altera el comportamiento de las especies, especialmente la comunicación vocal en anfibios y aves

Estos altos niveles de ruido pueden causar trastornos en la salud de las personas, como el enmascaramiento de los sonidos, la fatiga auditiva, la pérdida de la audición y la aparición de sonidos internos o acufenos por alteración del nervio auditivo. Dichos trastornos son observados tanto en los trabajadores sin protección expuestos a estos efectos durante la construcción de carreteras o pobladores cercanos o al pie de las mismas, con las consiguientes pérdidas de productividad y rendimiento. Todos los animales reaccionan ante los ruidos desconocidos huyendo, escondiéndose o enfrentándose agresivamente a su causa, movidos por el miedo o la amenaza. A nivel del SAR se interrumpe la comunicación acústica y con ella se generan cambios en el apareamiento, en la búsqueda de alimento, en sus señales de advertencia y cuidado de las crías, con cambios en las poblaciones faunísticas próximas a la fuente de emisión. En el caso de las emisiones sonoras aisladas que, en parte, no se producen solas sino en compañía de señales ópticas, éstas provocan reacciones de pánico que, en épocas especiales como por ejemplo el período de búsqueda de territorios o de crianza, puede resultar en el abandono definitivo del hábitat y constituir una amenaza para la reproducción

Vegetación

Cobertura

Disminución y/o eliminación de la cobertura

Se realizar un cambio de uso del suelo en una superficie de 0.8865 has en donde se removerán 69.37 m^3 (V. T. A.)con un total de 827 individuos arbóreos

a remover, 2,245 individuos arbustivo a remover y 29,533 individuos herbáceos a remover de vegetación secundaria de bosque de encino

Abundancia

Alteración o cambio en la cantidad de individuo

La estructura física y biológica de las comunidades no es una característica estática de la comunidad. Ambas cambian temporalmente y espacialmente. La estructura vertical de la comunidad cambia con el tiempo conforme los vegetales quedan asentados, crecen y mueren. Las tasas de natalidad y mortalidad de las especies cambian en respuesta a las condiciones ambientales, cambiando el patrón de diversidad y dominancia de las especies. Cuando las condiciones ambientales cambian en el tiempo y el espacio, la estructura de la comunidad, tanto física como biológica, cambia de la misma manera.

Por lo tanto, la construcción del camino en cuestión modificara la estructura física y biológica del SAR, estos cambios serán el resultado de las perturbaciones inducidas por el hombre, dando lugar a bordes inducidos los cuales serán abruptos en el estrato arbóreo en donde se llevará cabo la remoción de los siguientes individuos y volumen a remover.

Cuadro 35 Cuadro resumen de remoción en el estrato arbóreo

	3. PROMEDIOS				ER/HA				EXISTENCIAS REALES		
NOMBRE CIENTÍFICO	AB/SP	VTA/SP	NO. ARB/SP	FHA	AB/HA	VOL/HA	NO. ARB/HA	SUPERFICIE (HA)	AB TOTAL(m^2)	VOL TOTAL(m^3)	NO. ARBA REMOVER
Quercus elliptica	0.0428	0.1854	5.3	25	1.069	4.6351	133	0.886	0.948	4.1067	118
Alnus acuminata	0.0951	0.5610	8.7		2.377	14.0257	217		2.106	12.4267	192
Quercus scytophylla	0.3324	1.8592	17.7		8.310	46.4788	442		7.363	41.1802	391
Cartrema americana	0.0032	0.0093	1.0		0.081	0.2331	25		0.071	0.2065	22
Quercus peduncularis	0.0678	0.3853	4.3		1.696	9.6315	108		1.502	8.5336	96
Quercus acutifolia	0.0205	0.1319	0.3		0.513	3.2965	8		0.455	2.9207	7
			37		**14.046**	**78.3007**	**933**		**12.445**	**69.3744**	**827**

Las cantidades de remoción de vegetación del tipo arbustiva se presentan en la siguiente tabla

Cuadro 36 Cuadro resumen de remoción en el estrato arbustivo

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	PROMEDIOS	FHA	ER/HA	SUPERFICIE (HA)	IND/TOTAL/REMOVER
Encino colorado	*Quercus elliptica*	1.3	400	533	0.886	473
Encino blanco	*Quercus scytophylla*	0.3		133		118
Huesillo	*Cartrema americana*	0.7		267		236
huevesillos	*Solanum lanceolatum*	0.7		267		236
Flor morada	*Melastoma malabathricum*	0.7		267		236
Tepozan blanco	*Buddleja cordata*	2.7		1067		945
				2533		2245

Las cantidades de remoción de vegetación del tipo herbácea se presentan en la siguiente tabla

Cuadro 37 Cuadro resumen de remoción en el estrato herbaceo

NOMBRE CIENTÍFICO	PROMEDIOS	FHA	ER/HA	SUPERFICIE (HA)	IND/TOTAL/REMOVER
pteridium feei	1.0	10000	10,000	0.886	8,860
Melastoma malabathricum	0.3		3,333		2,953
Stevia suaveolens	1.0		10,000		8,860
Salvia elegans	0.3		3,333		2,953
Cuphea intermedia	0.3		3,333		2,953
Adiantum poiretii	0.3		3,333		2,953
			33,333		29,533

En cuanto a las especies en algún régimen de protección legal se consultó la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y al cotejarse con las listas no se registró ninguna especie dentro de dicha norma

Dada la superficie de afectación y considerando que se tendrán que remover vegetación forestal que se valora como un impacto muy significativo

Fauna

Distribución

Desplazamiento de individuos

Este Impacto está relacionado con la generación de ruido dado que tal como se mencionó todos los animales reaccionan ante los ruidos desconocidos huyendo, escondiéndose o enfrentándose agresivamente a su causa, movidos por el miedo o la amenaza. Por lo que se interrumpe la comunicación acústica y con ella se generan cambios en el apareamiento, en la búsqueda de alimento, en sus señales de advertencia y cuidado de las crías, con cambios en las poblaciones faunísticas próximas a la fuente de emisión, por lo que as actividades de modernización del camino ocasionaran

dichos desplazamientos hacia zonas con un mejor estado de conservación, dichas zonas se ubican dentro de la poligonal del SAR, siendo el grupo con mayor representación el de las Aves, este impacto se considera modernamente significativo

En el Sistema Ambiental Regional (SAR), el inventario consolidado registró un total de 77 especies de fauna en tanto en el área del proyecto un total de 40.

Cuadro 38. Registro de especies en el SAR y Área del proyecto

Clase	**Orden**	**Familia**	**Género**	***Especie***	**Nombre común**	**NOM**	**Distribución**	**Micro**	**PyCAmin**
Anfibios	Anura	Bufonidae	Rhinella	*Rhinella horribilis*	Sapo	-	Nativo	1	
		Hylidae	Dryophytes	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañon	-	Nativo	2	
				Dryophytes euphorbiaceus	Ranita de alta montaña	A	Endémica	1	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Astur	*Astur cooperii*	Gavilan pollero	Pr	Nativo	1	1
	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	Nativo		4
	Columbiformes	Columbidae	Columbina	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	-	Nativo	4	2
			Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca	-	Exótica	3	
			Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-	Nativo	6	
	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	-	Nativo	2	4
		Fringillidae	Haemorhuous	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	Nativo	4	
		Hirundinidae	Stelgidopteryx	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina	-	Nativo	6	6
		Icteridae	Icterus	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro	-	Nativo	4	2
				Icterus spurius	Calandria castaña	-	Nativo	3	
			Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	-	Nativo	2	2
		Laniidae	Lanius	*Lanius ludovicianus*	Verdugo	-	Nativo	2	
		Mimidae	Mimus	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	-	Nativo	3	
		Parulidae	Myioborus	*Myioborus miniatus*	Pavito alas negras	-	Nativo		6
			Setophaga	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-	Nativo	2	2
				Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	Nativo	3	
		Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrion domestico	-	Exótica	3	5
		Ptiliogonatidae	Ptiliogonys	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-	Nativo	3	1
		Tyrannidae	Mitrephanes	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	-	Nativo	2	4
			Sayornis	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	Nativo	2	
			Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano piriri	-	Nativo	2	
	Piciformes	Picidae	Melanerpes	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	Nativo	1	
Mammalia	Carnivora	Canidae	Urocyon	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	Nativo	2	
		Mephitidae	Conepatus	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo espalda blanca	-	Nativo	1	
	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	Nativo	1	

	Rodentia	Cricetidae	Peromyscus	*Peromyscus gartus*	Ratón piñonero	-	Nativo	1	
Reptilia	Squamata	Dipsadidae	Manolepis	*Manolepis putnami*	Culebra cabeza surcada	-	Endémica	1	
		Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa	-	Endémico	2	
				Sceloporus scitulus	Lagartija esmeralda	-	Endémica	4	1
		Teiidae	Aspidoscelis	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano	-	Endémica	3	
Total Resultado								**77**	**40**

Abundancia

Riesgo de afectación a individuos

La estructura vertical de la comunidad vegetal proporciona el armazón físico al cual están adaptadas a vivir muchas formas de vida animal. El grado de zonación vertical ejerce una gran influencia sobre la diversidad de la vida animal en la comunidad. Por lo tanto, la fauna silvestre se verá afectada por la pérdida de vegetación, lo que conlleva a la disminución de la calidad del hábitat, de sus recursos y por lo tanto a la mortalidad de los individuos.

La disposición espacial de los fragmentos de hábitat influye sobre la movilidad de las especies silvestres entre los mismos y, por ende, sobre la dinámica de poblaciones. En términos funcionales se traducen en pérdidas de conectividad ecológica, entendida como la capacidad con la que cuenta el paisaje para permitir los desplazamientos de determinadas especies o poblaciones (Taylor, 1993).

El impacto por riesgo de mortalidad de la fauna silvestre se presenta de manera local a lo largo del proyecto de modernización, y su efecto se reflejará a nivel de SAR, por lo que se infiere que con las actividades de construcción del camino serán las aves el grupo que tendrá los mayores impactos, respecto al ahuyentamiento y disminución del hábitat, dado que se registran poca especies y en su mayoría generalistas se considera un impacto moderadamente significativo.

Dado los resultados de diversidad se considera SAR como un reservorio de biodiversidad, sustentando poblaciones más robustas y diversas de aves (31 vs. 13 especies) siendo el grupo de las aves el más representativo En comparación, el Área de Proyecto continúa funcionando principalmente como hábitat para especies generalistas, tolerantes a perturbaciones y con la notable presencia de una especie exótica de ave, aunque también alberga una comunidad de mamíferos y reptiles más representativa de lo inicialmente descrito.

Habitat.

Perturbación del Hábitat

La fragmentación de los hábitats, en especial por infraestructuras de transporte, se define en general como la división de aquellos en porciones más pequeñas y está considerada como una de las principales amenazas para la conservación.

Si un paisaje compuesto por un mosaico de ecosistemas se divide, las porciones contienen una menor superficie que la original y experimentan una menor capacidad para albergar individuos, especies y procesos ecológicos.

De la reducción del área, en cada fragmento, tendrá lugar una disminución de las poblaciones de muchas especies, lo que aumentará su riesgo de extinción local, lo que a mediano o largo plazo se ajustará a la baja de la riqueza de especies en cada fragmento en la función del tamaño de éstos.

La caracterización faunística confirma la presencia de especies con estatus de conservación tanto en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en el Área de Proyecto (AP), conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se identificó a una especie del grupo de las aves en norma: *Astur cooperii, sujeto a protección especial*

La presencia de esta especie, confiere un valor de conservación considerable al área y subraya la necesidad de implementar medidas de manejo específicas para evitar impactos adversos sobre sus poblaciones y sus hábitats.

Economía

Empleos

Generación de fuentes de empleo

Este es un impacto positivo dado que se generarán empleos locales durante el desarrollo del proyecto de modernización.

Población

Riesgos

Afectación a integridad humana por accidentes

El manejo de maquinaria, herramientas y equipos significan un riesgo de trabajo si no se realizan los trabajos con personal capacitado y con el equipo de seguridad adecuado para cada trabajo a realizar, por lo que este se cataloga como un impacto puntual.

Paisaje

Calidad

Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas

Las actividades que significan movimiento de suelos y tierras que generan grandes cantidades de polvos, generan de inmediato una afectación a a la calidad del paisaje, y dado que el paisaje por su naturaleza no puede ser catalogado como puntual, el impacto se vislumbra a nivel del SAR

Visibilidad

Perturbación de la Visibilidad

En las actividades constructivas se ocasionarán movimiento de personal, maquinaria y equipo que en conjunto ocasionan la perturbación de la visibilidad del paisaje.

De manera general se presenta la grafica que indica la valorización de los impactos evaluados por factor ambiental, en donde se aprecian lo que tendrás más impactos por un lado y por otro aquellos en donde se presenta la mayor significancia de estos.

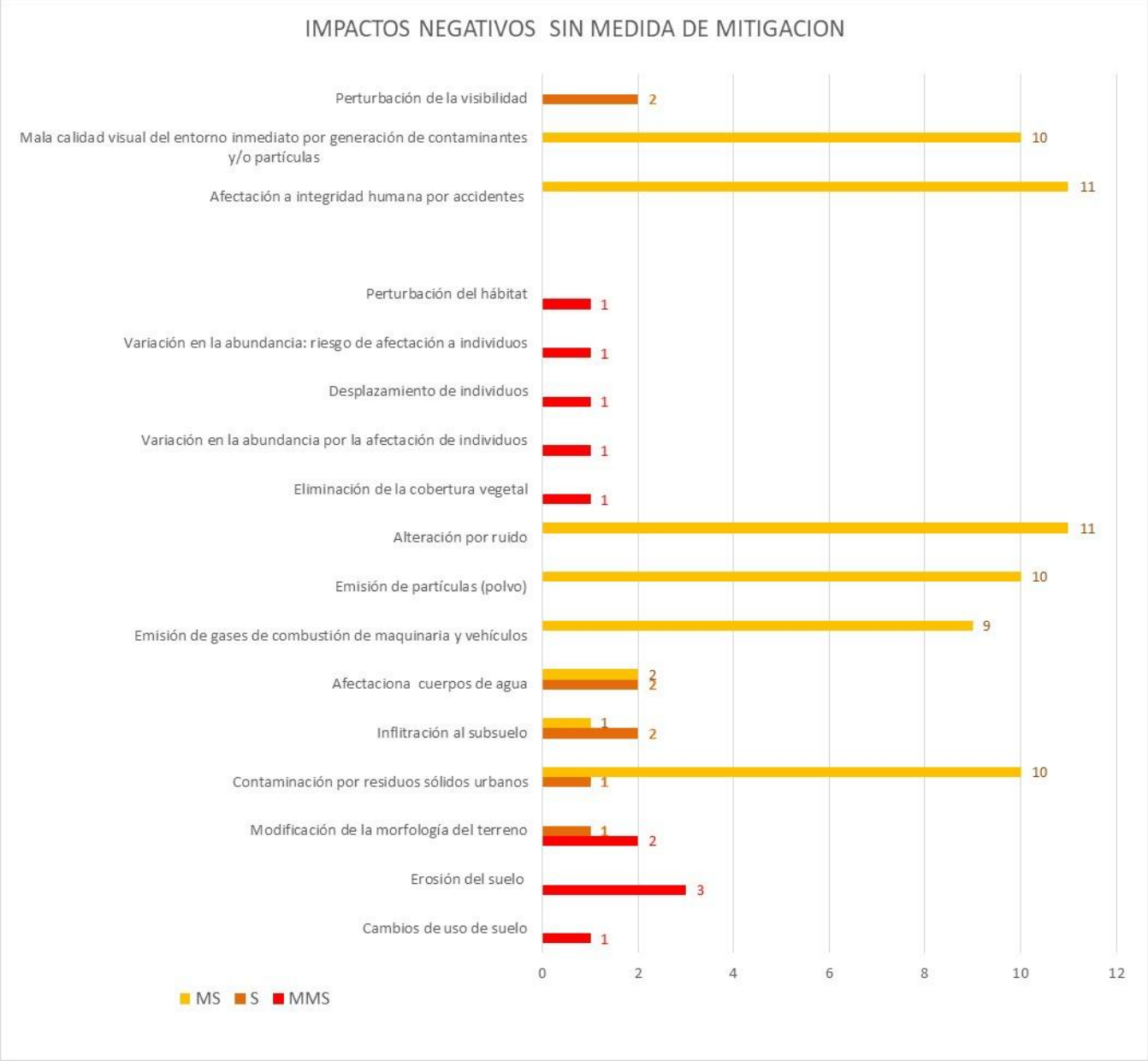


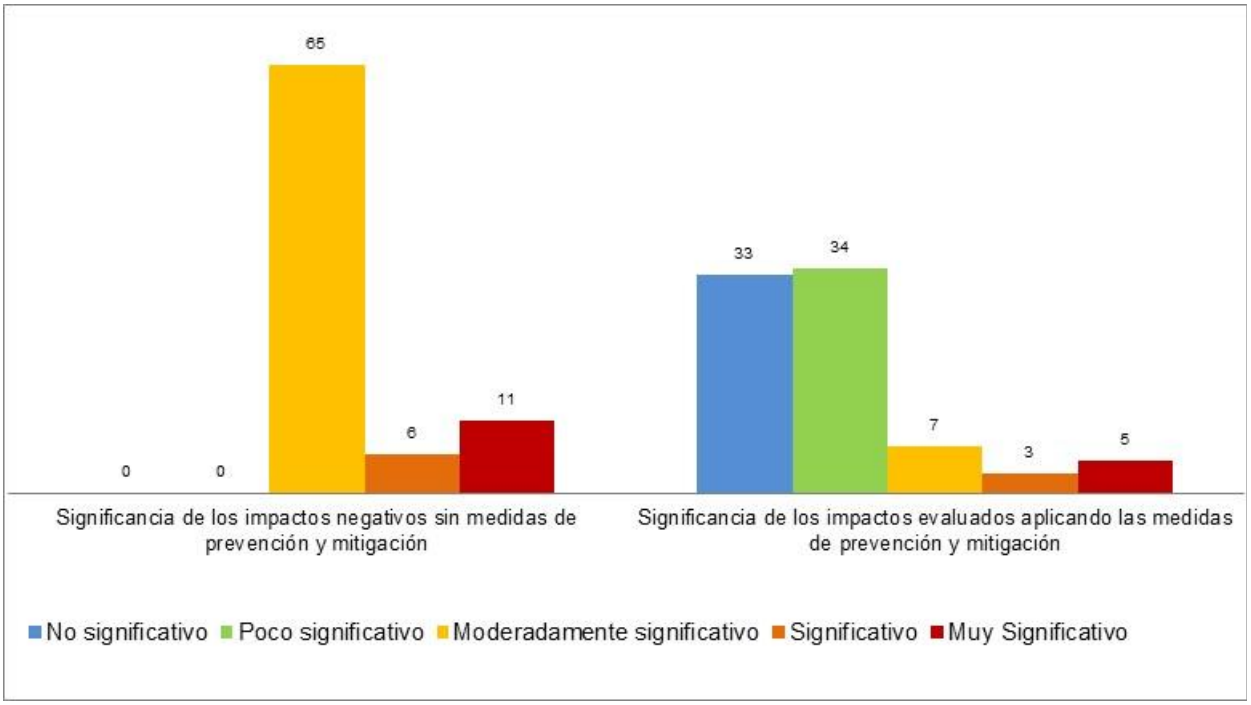
Ilustración 29-Distribución de los impactos ambientales.

IV.3 Evaluación con medidas de mitigación

En este apartado se presenta y describe la evaluación del escenario del proyecto con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, considerando un escenario en el que las medidas se apliquen de acuerdo a lo que se plantea en capítulos posteriores, los

impactos evaluados disminuyen su intensidad o significancia, cambiando su significancia a una de menor impacto.

De acuerdo a la gráfica comparativa se muestra que con la aplicación de medidas se tiene que los impactos “no significativos” pasa de 0 a 33, los “poco significativos” pasan de 0 a 34, los “moderadamente significativos” pasan de 65 a 7, los impactos “significativos” pasan de 6 a 3 y finalmente los muy significativos pasan de 11 a 5. Podemos decir entonces que un porcentaje importante de los impactos son mitigados y que los impactos que persisten en la categoría de muy significativos con 5 impactos,3 significativos, son los impactos que se conocen como residuales y se detallan en el apartado correspondiente.



. Ilustración 30 .-Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin aplicación medidas.

Cuadro 39Porcentajes de efectividad con las medidas de mitigación

Impacto	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos evaluados aplicando las medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación %	Significancia de los impactos negativos aplicando las medidas de prevención y mitigación %
No significativo	0	33	0	40
Poco significativo	0	34	0	41
Moderadamente significativo	65	7	79	9
Significativo	6	3	7	4
Muy Significativo	11	5	13	6
Total=	**82**	**82**	**100**	**100**

En la categoría de impactos negativos muy significativos (MMS) con la aplicación de las medidas de mitigación pasaran del 13% al 6%, en el caso de los impactos Significativos (S) se reduce de un 7% a un 4% dichos impactos y para el caso de los impactos Moderadamente significativos (MS) dichos impactos se reducen de un 79% a un 6%, la correcta aplicación de las medias de mitigación tiene una repercusión positiva para el proyecto ya que se tiene una conversión de impactos Significantes y Muy Significantes a Poco Significativos o No significativos, y esto se observa en la tabla ya que los impactos se incrementan en un 40% a No significativos y un 41% en Poco Significativos

A continuación, se presenta la matriz con la aplicación de medidas de mitigación

Cuadro 40 Matriz de resultados de la valoración de impactos (Significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación).

Medio	Componente	Factor	Impacto	I. Preparación del sitio			II. Construcción						III. Operación y mantenimiento	
				Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Terraplenes	Recubrimiento de taludes y zampeados	Rellenos	Obras de drenaje	Base hidráulica	Carpeta asfáltica	Señalización y Operación del	Retiro de instalaciones temporales y maquinara
Abiótico	Suelo	Tipo de uso	Cambios de uso de suelo	MMS										
		Calidad	Erosión del suelo	MS	MS	MS								
			Modificación de la morfología del terreno			MMS	MMS		S					
			Contaminación por residuos (RSU, RME, RP)	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	NS
	Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	S								S	PS	
		Calidad	Afectación cuerpos de agua			MS	PS		PS	NA				
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos		PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	
			Emisión de partículas (polvo)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Biótico	Vegetación	Cobertura	Eliminación de la cobertura vegetal	MMS										
		Abundancia	Alteración o cambio en la cantidad de individuos	MS										

	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	**MS**											
		Abundancia	Riesgo de afectación a individuos	**MS**											
		Hábitat	Perturbación del hábitat	**MMS**											
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	**PS**	
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	**PS**	**PS**									

En la gráfica siguiente se puede visualizar el efecto que tendrá el aplicar las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental, se observa que efectivamente se disminuye la significancia del impacto llegando a ser impactos en su mayoría No significativos y poco significativos, también se aprecia los impactos muy significativos y significativos que permanecerán aun aplicando las medidas de mitigación

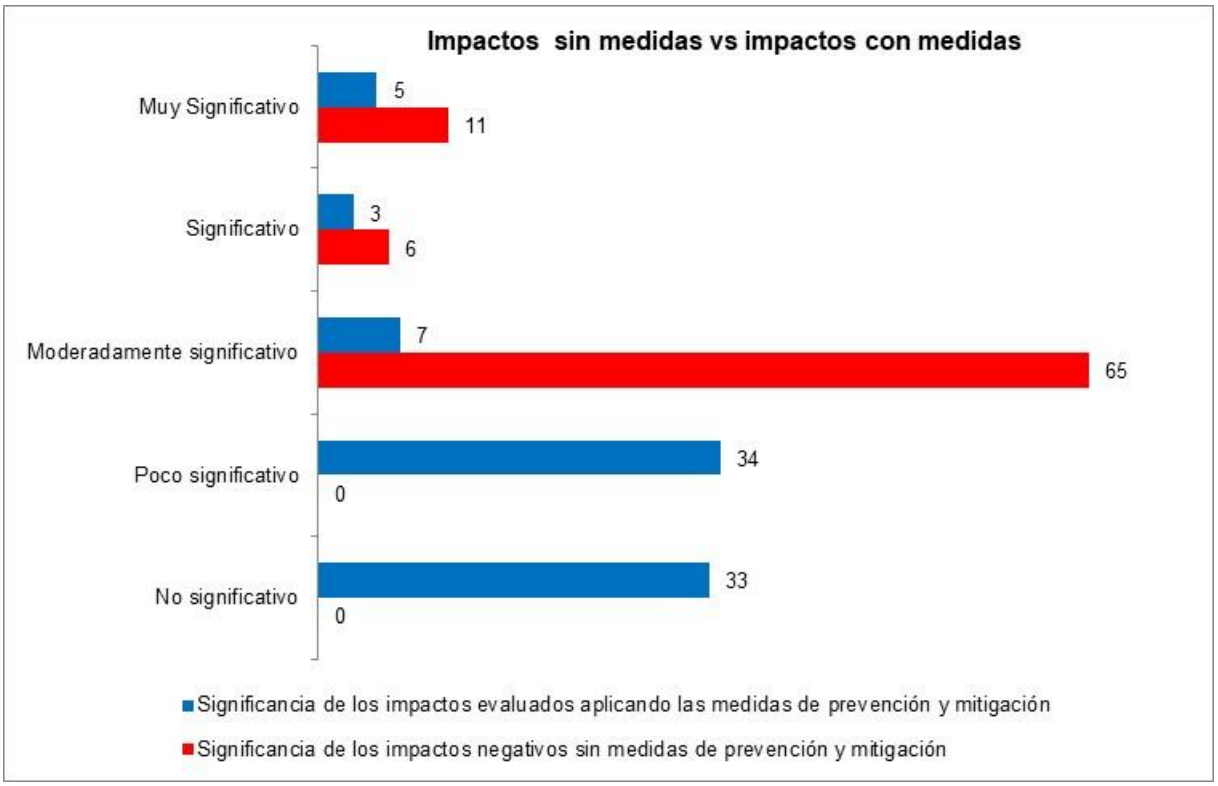


Ilustración 31 Efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación del impacto ambiental

IV.3 Impactos residuales

De acuerdo con el artículo 3°, fracción X, del Reglamento de la LGEEPA define *"Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación"*. Por lo tanto los impactos residuales que persisten después de aplicadas la medidas se muestran en la siguiente gráfica, esto de acuerdo al nivel de significancia siendo el impacto residual con mayor significancia (S) la alteración de las condiciones de infiltración

esto dado que la construcción del camino a nivel de carpeta asfáltica construirá una capa impermeable que no permitirá dicha infiltración, a lo largo y ancho de la carretera, incrementado con esto la escorrentía, sin embargo para la escorrentía se tiene consideradas obras de drenaje pluvial, los demás impactos son aquellos que ocasionaran una modificación permanente a las condiciones del medio (MMS) tal como en el caso de la morfología del terreno por las actividades del cortes del terreno para construir la sección actual que se realizaran modificaciones al mismo, la perturbación al hábitat se considera residual dado que en el ancho de la línea de ceros se realizaran actividades de remoción de vegetación eliminándose la cobertura vegetal y por consiguiente pérdida del hábitat, y finalmente el cambio de uso del suelo, tal como se hizo mención dichos impactos serán puntuales dentro de la superficie que ocupa el ancho de línea de ceros del camino.

Cuadro 41 Matriz de resultados de la matriz de impactos residuales

Medio	Componente	Factor	Impacto	I. Preparación del sitio		II. Construcción		
				Desmonte	Cortes y excavaciones	Terraplenes	Rellenos	Carpeta asfáltica
Abiótico	Suelo	Tipo de uso	Cambios de uso de suelo	MMS				
			Modificación de la morfología del terreno		MMS	MMS	S	
	Agua	Recarga	Infiltración al subsuelo	S				S
Biótico	Vegetación	Cobertura	Eliminación de la cobertura vegetal	MMS				
		Hábitat	Perturbación del hábitat	MMS				

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

VI.1 Introducción

La construcción del proyecto de ampliación y modernización del camino San Pablo Atzompa - Coicoyán de las Flores, en el subtramo evaluado (km 15+500 al 17+473.30), generará una serie de impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V. Estos impactos, si no son gestionados adecuadamente, pueden comprometer la estructura y función del Sistema Ambiental Regional (SAR), un área de alta fragilidad ecológica que abarca 1,023.78 hectáreas de microcuenca, caracterizada por bosques de encino, suelos someros (Leptosoles) y una notable biodiversidad que incluye especies bajo estatus de protección como la Ranita de alta montaña (*Dryophytes euphorbiaceus*) y el Gavilán pollero (*Astur cooperii*).

Por ello, es imperativo establecer un conjunto de estrategias ambientales que permitan eliminar, reducir, controlar o compensar los efectos negativos derivados de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas. Este capítulo tiene como objetivo principal diseñar un sistema integral de medidas que, aplicadas de manera oportuna y eficaz, aseguren la viabilidad ambiental del proyecto, minimizando los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales sobre el SAR. Las estrategias aquí planteadas se basan en un enfoque preventivo y correctivo, alineado con la normatividad ambiental aplicable y con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible en la región.

VI.2 Clasificación de las medidas ambientales

Para una gestión ambiental eficiente, las medidas propuestas se clasifican según su objetivo estratégico, tal como se describe a continuación:

Medidas de Prevención: Acciones implementadas antes de que se manifieste un impacto ambiental negativo, con el fin de evitarlo. Se aplican principalmente en la fase de planeación y preparación del sitio. Ejemplo: Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica.

Medidas de Mitigación: Acciones dirigidas a minimizar la intensidad, extensión o duración de un impacto negativo una vez que este es inevitable. Se aplican durante la construcción y operación. Ejemplo: Implementar un programa de riego para controlar la emisión de polvo.

Medidas de Compensación: Acciones que buscan resarcir, restaurar o sustituir los recursos naturales o servicios ambientales afectados de manera irreversible por el proyecto. Se aplican generalmente después de los impactos. Ejemplo: Llevar a cabo un programa de reforestación con especies nativas en una superficie equivalente a la afectada para compensar el cambio de uso de suelo.

Medidas de Restauración: Acciones enfocadas en recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales previas a la perturbación. Se aplican posteriormente al impacto. Ejemplo: Descompactar y enriquecer el suelo en los patios de maniobra al término de su uso.

VI.3 Componentes ambientales afectados

De acuerdo con la evaluación de impactos realizada en el Capítulo V (Cuadro 89), se identificó un total de 82 interacciones negativas, distribuidas en 15 componentes ambientales. De estos, 10 componentes resultan afectados de manera significativa, justificando la aplicación prioritaria de medidas. Estos componentes son:

Suelo (Calidad): Afectado por erosión (MMS), modificación de la morfología (MMS) y contaminación por residuos (MS).
Agua (Calidad y Recarga): Afectado por sedimentos y posibles contaminantes (S) y por la reducción de la infiltración debido a la impermeabilización (S).
Aire (Calidad): Afectado por emisiones de gases (MS) y partículas de polvo (MS).
Ruido (Confort sonoro): Afectado por la operación de maquinaria (MS).
Vegetación (Cobertura y Abundancia): Afectado por la eliminación de la cobertura vegetal en 0.886 hectáreas, con la remoción de 827 individuos arbóreos y 2,245 arbustivos (MMS).
Fauna (Distribución, Abundancia y Hábitat): Afectado por el desplazamiento de individuos, el riesgo de mortalidad y la perturbación de su hábitat (MMS y MS), especialmente para especies sensibles como las aves.
Paisaje (Calidad y Visibilidad): Afectado por la intrusión visual de maquinaria, movimientos de tierra y pérdida de cobertura vegetal en una zona con fragilidad visual ALTA (MS y S).

Nota:
MS: Impacto Moderadamente Significativo
MMS: Impacto Muy Significativo.
S: Significativo

VI.4 Sistema de medidas de mitigación por etapa

Para abordar los impactos identificados, se ha diseñado un sistema de 22 medidas específicas, organizadas por las etapas del proyecto. Este sistema integra las acciones propuestas en el documento original, consolidándolas y vinculándolas directamente con los componentes afectados.

Tabla VI.1. Sistema de medidas de mitigación por etapa del proyecto.

No.	**Etapa de aplicación**	**Medida de mitigación**	**Tipo de medida**	**Componente ambiental que mitiga**
1	Obras y actividades provisionales	Inclusión de todas las medidas ambientales en el presupuesto y planos ejecutivos.	Prevención	Socioeconómico (Gestión)
2	Obras y actividades provisionales	Programar las obras en época de estiaje (septiembre-mayo).	Prevención	Suelo (erosión), Agua (calidad)
3	Obras y actividades provisionales	Establecer lineamientos y restricciones ambientales para todo el personal.	Prevención	Suelo, Agua, Vegetación, Fauna

No.	**Etapa de aplicación**	**Medida de mitigación**	**Tipo de medida**	**Componente ambiental que mitiga**
4	Obras y actividades provisionales	Seleccionar sitios para instalaciones provisionales (campamentos, patios) en áreas ya perturbadas, a >100 m de cuerpos de agua.	Prevención	Suelo, Vegetación, Agua
5	Obras y actividades provisionales	Campaña de inducción y concientización ambiental al personal de obra.	Prevención	Todos los componentes
6	Obras y actividades provisionales	Monitoreo mecánico y de emisiones de la maquinaria (verificaciones NOM-041, NOM-045).	Prevención	Aire, Suelo
7	Obras y actividades provisionales	Establecer lineamientos para operadores de maquinaria (circulación restringida, horarios).	Mitigación	Suelo, Fauna, Ruido

No.	Etapa de aplicación	Medida de mitigación	Tipo de medida	Componente ambiental que mitiga
8	Preparación del sitio	Ejecutar tala dirigida y troceo de especies arbóreas y arbustivas, aprovechando la madera localmente.	Mitigación	Vegetación
9	Preparación del sitio	Manejo adecuado del material producto del desmonte; prohibición expresa de quema.	Mitigación	Aire, Suelo
10	Preparación del sitio	Reutilización del material de despalme (capa fértil) para el arrope de taludes y futuras revegetaciones.	Mitigación y Restauración	Suelo, Vegetación
11	Preparación del sitio	Implementar medidas de seguridad en áreas de trabajo (señalización, delimitación de zonas).	Prevención	Población (riesgo de accidentes)

No.	Etapa de aplicación	Medida de mitigación	Tipo de medida	Componente ambiental que mitiga
12	Construcción	Colocar rejillas, mallas y obras de protección para evitar que residuos sólidos o líquidos caigan en cuerpos de agua.	Mitigación	Agua
13	Construcción	Suavizar pendientes de cortes y cubrir con suelo fértil (despalme) para facilitar la revegetación.	Mitigación y Restauración	Suelo, Paisaje
14	Construcción	Revegetación de taludes, zonas perimetrales y áreas perturbadas con especies nativas.	Restauración y Compensación	Vegetación, Fauna, Paisaje
15	Construcción	Construcción de presas de decantación para evitar el aporte de partículas de	Mitigación	Agua, Suelo

No.	**Etapa de aplicación**	**Medida de mitigación**	**Tipo de medida**	**Componente ambiental que mitiga**
		suelo (azolves) a corrientes de agua.		
16	Construcción	Construcción de contracunetas arriba de la línea de ceros en cortes para controlar escurrimientos.	Prevención	Suelo (erosión)
17	Construcción	Retiro inmediato de residuos en áreas de trabajo para evitar su arrastre por escurrimientos.	Mitigación	Agua, Suelo, Paisaje
18	Construcción	Construcción de cunetas revestidas en zonas laterales del camino para el manejo del agua pluvial.	Prevención	Suelo, Agua
19	Operación y mantenimiento	Colocación de señalamiento preventivo	Prevención	Fauna, Población

No.	Etapa de aplicación	Medida de mitigación	Tipo de medida	Componente ambiental que mitiga
		(fauna), restrictivo (velocidad) e informativo.		
20	Operación y mantenimiento	Elaborar y aplicar un programa integral de separación, reciclaje y disposición de residuos sólidos.	Mitigación	Suelo, Paisaje
21	Operación y mantenimiento	Riego de superficies de rodamiento no pavimentadas y transporte de materiales cubiertos con lona.	Mitigación	Aire
22	Desmantelamiento	Desmantelar patios de maniobra, descompactar el suelo y enriquecerlo con materia orgánica.		

Medidas adicionales: Medidas enfocadas en fauna enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo, y fauna silvestre

1. Medidas de Prevención

- Delineación de zonas de exclusión: Establecer un perímetro de protección estricto alrededor de los sitios de avistamiento de *Ramosomyia viridifrons* y *Buteo albonotatus*, prohibiendo actividades de construcción, deforestación o alteración del suelo en estas áreas.
- Restricción temporal de actividades: Limitar horarios de trabajo (ej. evitar operaciones en horarios de mayor actividad de aves, como amanecer y atardecer) durante las etapas reproductivas o de anidación identificadas en estudios previos.
- Señalización y capacitación: Colocar señalética sobre la presencia de especies prioritarias y capacitar al personal de obra en su identificación y protocolos de actuación para evitar disturbios.
- Rutas de acceso delimitadas: Definir y restringir el tránsito de maquinaria a corredores preestablecidos, lejos de zonas críticas para la fauna.

2. Medidas de Mitigación

- Estructuras de disuasión: Instalar cercas perimetrales antiruido y pantallas visuales para reducir el estrés acústico y la perturbación directa sobre las especies.
- Rescate y reubicación de flora clave: Trasplantar vegetación nativa utilizada como alimento o refugio por estas especies (ej. *Lupinus*, *Salvia*) a áreas seguras fuera del polígono de impacto.
- Monitoreo en tiempo real: Implementar un programa de vigilancia biológica durante la construcción, con énfasis en las zonas de avistamiento, utilizando métodos como cámaras trampa y registros sonoros.

- Control de erosión y sedimentos: Aplicar técnicas de bioingeniería (mantas orgánicas, gaviones) para prevenir la degradación de hábitats ribereños o de laderas utilizados por la fauna.

3. Medidas de Restauración
   - Revegetación con especies nativas: Recuperar las áreas perturbadas con flora local que provea recursos tróficos y refugio para *R. viridifrons* (ej. plantas nectaríferas) y *B. albonotatus* (ej. árboles para perchas).
   - Instalación de elementos de conectividad: Construir pasos de fauna aéreos (para aves) y promover la regeneración de corredores biológicos entre fragmentos de bosque.
   - Restauración de cuerpos de agua: Recuperar manantiales y cauces intermitentes en la microcuenca, cruciales para la disponibilidad de agua para la fauna silvestre.
   - Manejo de especies invasoras: Erradicar flora exótica que compita con las especies nativas y reemplazarla con vegetación autóctona.

4. Medidas de Compensación
   - Programa de reforestación adicional: Establecer una superficie de compensación equivalente al 150% del área impactada, con especies propias de la región.
   - Protección de hábitats críticos fuera del área de proyecto: Gestionar acuerdos con comunidades locales para la conservación de zonas aledañas al SAR que alberguen poblaciones de las especies prioritarias.
   - Investigación y monitoreo a largo plazo: Destinar recursos financieros para estudios poblacionales de *R. viridifrons* y *B. albonotatus*, incluyendo el análisis de su éxito reproductivo post-obra.

- Instalación de infraestructura especializada: Colocar nidos artificiales y bebederos para colibríes en zonas restauradas, así como perchas para rapaces en áreas con baja disponibilidad de sitios de descanso.

VI.5 Programa de Manejo Ambiental (PMA)

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) es el instrumento operativo que detalla cómo, cuándo y dónde se implementarán las medidas de mitigación. Su objetivo es asegurar el cumplimiento de las estrategias ambientales a través de un sistema de gestión estructurado.

Componentes del PMA:

Programa de Vigilancia Ambiental (PVA):

- **Objetivo:** Verificar la correcta implementación de las medidas y el cumplimiento de la normatividad.
- **Responsable:** Un Supervisor Ambiental con cedula profesional en ciencias ambientales o afines, designado por el contratista y con autoridad para detener actividades en caso de incumplimiento grave.

Actividades:

- **Antes de la obra:** Verificar la apertura de la bitácora de obra ambiental, la existencia de permisos y la incorporación de medidas en los planos.
- **Durante la obra:** Inspecciones diarias de los frentes de trabajo (manejo de residuos, control de erosión, operación de maquinaria, etc.), verificación del cumplimiento de lineamientos por parte del personal, y monitoreo de la calidad del agua en puntos estratégicos aguas abajo del proyecto.

- **Después de la obra:** Supervisar el desmantelamiento de instalaciones, las acciones de restauración y el inicio del programa de monitoreo.

1. **Manejo de Residuos:**
    - Se implementará un plan de manejo integral para Residuos Sólidos Urbanos (RSU), de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP), en estricto apego a la LGPGIR.
    - Se colocarán contenedores diferenciados (orgánicos e inorgánicos) en campamentos y frentes de obra para los RSU.
    - Los residuos de la construcción (RME) se almacenarán en sitios designados para su posterior reutilización o disposición en sitios autorizados.
    - Los residuos peligrosos (aceites usados, filtros, estopas contaminadas) se almacenarán en un área techada, con piso impermeable y contenedores etiquetados, para ser entregados a una empresa autorizada, manteniendo una bitácora de registro.
2. **Manejo de sustancias peligrosas y respuesta a emergencias:**
    - El mantenimiento de maquinaria se realizará en talleres establecidos. Si es necesario realizar cambios de aceite en campo, se utilizarán mantas impermeables y kits anti-derrames.
    - Se contará con un plan de contingencia para atender derrames accidentales de combustibles o aceites, incluyendo la disposición del suelo contaminado como residuo peligroso.
    - Se capacitará al personal en primeros auxilios y se mantendrá un botiquín en el campamento.

Etapa de Obras y actividades previas

<table>
<tr><td colspan="2">FICHA TÉCNICA No. 1</td><td>Componente ambiental</td><td>Medio Socioeconómico</td></tr>
<tr><td colspan="2">Medida de mitigación propuesta
Todas las medidas establecidas deberán de ser consideradas dentro del presupuesto general de costos de construcción (catálogo de conceptos) para asegurar los recursos económicos para su realización con en nombre de “Medidas de Prevención mitigación y Compensación”; de igual manera el plano general de aplicación de medidas de mitigación anexo en la MIA, deberá de incluirse en los planos que integran el proyecto ejecutivo de construcción.</td><td>Tipo de medida
Consideraciones de tipo ambiental.</td><td>Ubicación Espacial
General</td></tr>
<tr><td>Naturaleza del Impacto
Prevención, mitigación</td><td colspan="2">Donde ocurrirá el impacto
Bases de licitación.
Requisitos.
Propuesta económica.
Catálogo de conceptos y cantidades de trabajo para expresión de precios unitarios y monto total de la proposición</td><td>Elemento Ambiental bajo estudio
Agua, suelo, vegetación y fauna.</td></tr>
<tr><td>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto.
Bases de Licitación de obra pública. (Todas las medidas de mitigación aplicables en el proyecto).</td><td>Interacción:
La Agencia o dependencia inmediata y los encargados de llevar a cabo el proyecto</td><td>Inicio
Al inicio de los trabajos de construcción.</td><td>Término
Al final de los trabajos de construcción.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida
Durante la integración de la documentación legal, técnica y económica, en la dependencia ejecutora del proyecto ejecutivo(dependencia federal o estatal), se anexará al Catálogo de conceptos y cantidades de trabajo para expresión de precios unitarios; propios del proyecto ejecutivo; el listado de las medidas de mitigación propuestas en este apartado, las cuales podrán estar integradas en un solo concepto con una unidad de medida general, pudiendo ser esta “Lote” o listadas individualmente, con unidades de medida específicas, “pieza, m^2, etc.</td></tr>
</table>

Una vez integradas en el catálogo de conceptos, este catálogo deberá aparecer integrado dentro de las bases de licitación para la ejecución de la obra independientemente del tipo de licitación que se adopte. De acuerdo a la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas y su reglamento, estas medidas de mitigación deberán de estar consideradas dentro del monto total de la proposición presentadas ante la dependencia ejecutora.	
Beneficios No se ve comprometida la Biodiversidad, se previene la erosión del suelo, la pérdida de captación de agua y no se compromete la calidad del agua.	**Supuestos** Que aparezca el concepto de medidas de mitigación en el Catálogo de conceptos y cantidades de trabajo para expresión de precios unitarios y monto total de la proposición, dentro de las bases de licitación y la propuesta económica del participante ganador.
Riesgos Que no contemplen el concepto de medidas de mitigación en el Catálogo de conceptos dentro de la propuesta económica.	**Medidas complementarias** Se deberá de verificar que se contemplen los conceptos de las medidas de mitigación, así como los precios unitarios y el monto total de la proposición.

FICHA TÉCNICA No. 2		**Componente ambiental**	**Medio Socioeconómico**
Medida de mitigación propuesta Programar las obras en época de estiaje.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Aumento de erosión hídrica en la zona donde se ejecutará el proyecto	**Donde ocurrirá el impacto** En el área de construcción, así como el cauce del rio y riberas del mismo.	**Elemento Ambiental bajo estudio** Agua y Suelo
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Inicio de las actividades de ejecución de las obras y conceptos de construcción del proyecto, no programadas.	**Interacción:** La Agencia o dependencia inmediata y los encargados de llevar a cabo el proyecto	**Inicio** Inicio de la época de estiaje en la zona.	**Término** En el mejor de los casos, al finalizar la época de estiaje.

Descripción de la medida
Una vez que ya se tenga recabada la información necesaria para llevar a cabo el proyecto como son: el proyecto ejecutivo, los permisos ante CONAGUA, y todos los trámites relativos a la obra, la empresa encargada de ejecutarla y la Secretaría de Infraestructura, deberán tener una reunión, para determinar el momento o específico de inicio de la obra tomando en cuenta lo siguiente: • Considerar los meses de estiaje cuando el nivel de aguas sea mínimo. • Duración de la época de lluvias • Programar la ejecución de la obra para evitar riesgos a desastres naturales.

Beneficios	**Supuestos**
Se reducirá la erosión hídrica. Se reducirá el arrastre de sedimentos. Se reducen los riesgos a desastres naturales.	Se evitará la erosión hídrica en la zona del proyecto. Los trabajos se desarrollarán en condiciones climáticas adecuadas.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Debido a diversas causas, entre ellas que el presupuesto no esté disponible en dicha época, se posterguen las fechas para la ejecución del proyecto. Que la empresa constructora no realice las actividades en la fecha acordada.	Implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental. Tomar las medidas pertinentes de acuerdo a la Ley en caso de no iniciarse las actividades de construcción en la fecha acordada.

Ficha técnica No. 3		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Lineamientos y restricciones que el personal, técnico y obrero encargado de la ejecución de los trabajos deberá de observar durante su estadía en la obra.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Aporte de sustancias deletéreas, así como sedimentos de origen solido pudiendo contaminar el agua del rio y suelo.	**Donde ocurrirá el impacto** En el área de construcción, así como el cauce del rio y riberas del mismo.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Agua-suelo, Vegetación y fauna.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

Obras y actividades provisionales, así como ejecución de los conceptos de construcción del proyecto.	Personal de construcción que este en contacto con los elementos ambientales en estudio.	Al inicio de los trabajos de construcción del proyecto.	Al final de los trabajos de construcción.

Descripción de la medida

Una semana antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, deberá convocarse a todo el personal de construcción y supervisión a una reunión en un lugar apropiado. En esa reunión los trabajadores conocerán la siguiente información:

- Se prohíbe incursionar fuera del frente de trabajo y solo se podrá utilizar el área autorizada.
- Se deben utilizar los baños portátiles de tipo saniseco ubicados en los frentes de obra para defecar. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente fuera del SA.
- En cada frente de obra se colocarán botes de basura orgánica e inorgánica, con tapa donde tendrá que ponerse toda la basura (residuos domésticos). La bolsa interior que contenga la basura se entregará al sistema de colección de la obra.
- No se debe recolectar ninguna planta de los alrededores.
- No deberá ocasionarse daño innecesario de manera deliberada a la vegetación del SA.
- En caso de ver un animal venenoso o amenazante se le deberá dar aviso inmediato al biólogo encargado de supervisar las acciones de protección, buen manejo y rescate de los individuos; que permanecerá en la obra durante las actividades de preparación del sitio, para que lo atrape con el bastón herpetológico y lo reubique.
- Toda la comida consumida en el frente de trabajo será en frío, quedará prohibido encender fuego para cocinar o para algún otro propósito. Toda la basura derivada de esta actividad tendrá que ser colocada en los botes de basura ubicados en los frentes de obra.

Se recomienda poner especial cuidado en evitar derrames de aceites y otros combustibles, así como recoger todos los desechos tóxicos o potencialmente tóxicos.

Beneficios	**Supuestos**
Se reducirá el riesgo de extracción y afectación a la flora y la fauna. Se reducirá el riesgo de contaminación del agua y el suelo por residuos sólidos y líquidos.	Se tendrá contemplado a la mayoría del personal que se utilizará durante la construcción del proyecto y sus accesos. El personal acatará cada una de las indicaciones señaladas.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Inasistencia del personal de construcción a la reunión Incumplimiento de los lineamientos y restricciones.	Se deberán de contemplar programas vigilancia para evitar el incumplimiento de las normativas de comportamiento dentro de la obra.

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha técnica No. 4</td><td>Componente ambiental</td><td>Medio físico y biológico</td></tr>
<tr><td colspan="2">Medida de mitigación propuesta

Criterios a considerar para la instalación de las áreas de servicios dentro de las comunidades cercanas.</td><td>Tipo de medida

Consideraciones de tipo ambiental.</td><td>Ubicación Espacial
General.</td></tr>
<tr><td>Naturaleza del Impacto

Prevención y mitigación.</td><td>Generalidades del impacto generado

NEGATIVO
Afectación de los elementos hídricos, del suelo y el aire.</td><td>Donde ocurrirá el impacto

En el sitio destinado para las áreas de servicio.</td><td>Elemento Ambiental bajo estudio.
Agua-suelo, Vegetación y fauna.</td></tr>
<tr><td>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto
Obras y actividades provisionales, así como ejecución de los conceptos de construcción del proyecto.</td><td>Interacción:

Área de servicios y elementos medioambientales.</td><td>Inicio

Al inicio de los trabajos de construcción del proyecto.</td><td>Término

Al final de los trabajos de construcción.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida.
La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto obedece a las necesidades de proximidad y acceso que tiene la obra. No obstante, la contratista debe cumplir además con ciertos criterios ambientales para seleccionar los sitios de ubicación de estas instalaciones:
• Se deben elegir prioritariamente sitios ya perturbados, desmontados, compactados y/o cementados.
• Los sitios deben localizarse por lo menos a 100 m de cuerpos de agua perennes.
• Verificar las condiciones de riesgo en los sitios elegidos, particularmente ante la incidencia de tormentas y fuertes crecientes.
• Seleccionar sitios donde el proyecto contemple el desmonte de vegetación arbustiva, de forma preferente sobre la arbórea.
• En esta área deberán existir medidas de prevención y control de incendios (extintor, pala y proximidad al agua).

Para los almacenes de herramienta y equipo: deben ser construidos en sitios previamente perturbados, con materiales provisionales como madera o lámina, con firme de concreto. Con señalamientos y disposición ordenada del equipo y material. Con accesos libres de obstrucción y ventilación apropiada. Los equipos deben colocarse de forma clasificada y con un administrador del almacén fijo.</td></tr>
</table>

Beneficios	**Supuestos**
Se reducirá el impacto a la vegetación del sitio Se reducirá el riesgo de contaminación del agua y el suelo por residuos sólidos y líquidos.	El contratista deberá cumplir con los criterios para la instalación de las áreas provisionales. Se evitarán daños a la vegetación del sitio.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Incumplimiento de los lineamientos y restricciones. Que no se respeten las medidas establecidas para las bodegas y los almacenes.	Se deberán de contemplar programas de vigilancia para evitar el incumplimiento de las medidas. Restauración de sitios usados provisionalmente.

Ficha técnica No. 5		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Campaña de concientización ambiental al personal de construcción.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Que el personal no tome conciencia ambiental.	**Donde ocurrirá el impacto** En el área de construcción, así como el cauce del rio y riberas del mismo.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Agua-suelo, vegetación y fauna.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Obras y actividades provisionales, así como ejecución de los conceptos de construcción del proyecto.	**Interacción:** Personal de construcción que este en contacto con los elementos ambientales en estudio.	**Inicio** Al inicio de los trabajos de construcción del proyecto.	**Término** Al final de los trabajos de construcción.

Descripción de la medida

Dos semanas antes de iniciar las actividades preliminares, se deberá convocar a todo el personal de construcción personal técnico y de construcción a un lugar apropiado. En esa reunión los trabajadores conocerán la siguiente información:

- El personal que labore en la obra deberá de recibir instrucciones que lo induzca al cuidado de flora y fauna.
- Se prohíbe ocasionar daños a los recursos naturales incluye suelo, agua aire, vegetación y fauna en todas las áreas.
- No se debe recolectar ninguna planta de los alrededores. No deberá ocasionarse daño innecesario de manera deliberada a la vegetación del SA.
- Queda estrictamente prohibido el uso de productos químicos y la quema durante las actividades de desmonte y deshierbe, en cualquier etapa del proyecto o el

aprovechamiento de especies de flora y fauna, con énfasis en las especies de interés cinegético y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. • En caso de ver un animal venenoso se le deberá dar aviso inmediato al especialista encargado de supervisar las acciones de protección, buen manejo y rescate de individuos; que permanecerá en la obra durante las actividades de preparación del sitio, para que lo atrape con el bastón herpetológico y lo reubique. • Distribuir material impreso (folletos, trípticos, carteles, catalogo ilustrado de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto. • Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el no cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto. Además, el promovente deberá contratar una persona física o moral responsable de la supervisión ambiental en la ejecución de la obra, que será el responsable en todo tiempo del cumplimiento de los condicionantes a los cuales queda sujeto el proyecto. Dicha persona deberá estar capacitada y con autoridad suficiente para ordenar la modificación o incluso suspender los trabajos, si estuviese en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Beneficios	**Supuestos**
No se compromete la biodiversidad, además se previene la erosión del suelo, la perdida de captación de agua y no se compromete la calidad del agua.	Se realizarán recorridos de supervisión para vigilar que los trabajadores acaten y pongan en práctica dichos lineamientos.
Riesgos Que los trabajadores no acaten y pongan en práctica dichos lineamientos.	**Medidas complementarias** Se deberán de contemplar programas de vigilancia para evitar el incumplimiento de los lineamientos.

Ficha técnica No. 6		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Monitoreo mecánico y de emisiones a la maquinaria y equipo utilizados en la obra.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Aporte de partículas sólidas suspendidas, sustancias deletéreas al agua y suelo.	**Donde ocurrirá el impacto** En el área de construcción, así como el cauce del rio y riberas del mismo.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Aire, suelo y agua.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

Antes de los trabajos preliminares y verificación durante la ejecución de los trabajos	Utilización de maquinaria-emisión de partículas sólidas contaminantes al aire, suelo y agua.	Antes y durante la utilización de la maquinaria en todas las actividades de construcción del proyecto.	Al finalizar la utilización de maquinaria.

Descripción de la medida

- El contratista deberá realizar una verificación de emisiones para máquinas movibles como camiones de carga, maquinaria y vehículos.
- La medición de emisiones deberá realizarse en un taller autorizado de verificación. Se especificará la placa y el tipo de maquinaria.
- El límite de emisiones se establece en las NOM-045- SEMARNAT-1996 y la NOM-050-SEMARNAT-1993.
- El supervisor general de la obra deberá verificar que la maquinaria que se utilice en la obra haya sido verificada y cumpla con esta medida de mitigación.
- Se revisará la maquinaria y equipo cada dos meses, que no tenga fugas de aceite ni combustible, se anotará en la bitácora los resultados; en caso de tener fugas, se tendrá que mandar a un taller autorizado hasta que estas desaparezcan y el responsable de la renta de la maquinaria tendrá que retirar el aceite o combustible del suelo y llevarlo a una gasolinera para que sea tratado junto con sus residuos considerados peligrosos.

Una vez terminada la construcción, se deben levantar todos los desechos generados durante las diferentes fases de la obra, ya que en algunas construcciones se ha observado que se dejan residuos como botes de diésel y otros aceites para las maquinarias, hierros, láminas.

Beneficios	**Supuestos**
Se reducirá el riesgo de contaminación del aire por partículas sólidas producto de máquinas de combustión interna. Se reducirá el riesgo de contaminación del agua y el suelo por grasas y aceites.	Se evitará la emisión de partículas dañinas al medio ambiente y al agua. La maquinaria a utilizar no presentará fugas de combustible.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que no se realice la verificación de la maquinaria antes de iniciar las obras. Incumplimiento de las revisiones periódicas.	Se llevará un registro de la verificación de la maquinaria. Se procurará que todos los trabajos de movimiento de terracerías se realicen en época de estiaje, para evitar la emisión de polvo y partículas del suelo al aire; durante estas actividades, deberá estar en el frente de obra un pipa llena con agua; con la cual se regarán las superficies antes de ser atacadas y durante los movimientos del suelo. Esta medida también es aplicable en todas las actividades que tengan que ver con la circulación de vehículos y en zonas

	que tengan que ver con la remoción de suelo.

Ficha técnica No. 7		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Lineamientos a seguir por los operadores de maquinaria para regular los movimientos en la zona.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Aporte de sedimentos, compactación del suelo y contaminación del agua y suelo por sustancias deletéreas.	**Donde ocurrirá el impacto** En el área de construcción, así como el cauce del rio y riberas del mismo.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Agua, suelo, vegetación y fauna.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Obras y actividades provisionales, despalmes, construcción de la obra, donde la maquinaria efectué movimientos de tierra o desplazamientos en ella.	**Interacción:** Movimiento de maquinaria - agua	**Inicio** Antes del inicio de las actividades de construcción.	**Término** Al finalizar las actividades de construcción.
Descripción de la medida. Antes de iniciar las actividades de la obra se convocará a todos los operadores de la maquinaría, así como al personal de supervisión a una reunión, donde conocerán la siguiente información: • Se prohíbe incursionar con la maquinaria de construcción en zonas fuera del área especificada en el proyecto. • Se prohíbe el atravesar el cauce del río con la maquinaría o realizar actividades de lavado o limpieza cerca del cauce. • Se circulará exclusivamente por los caminos especificados dentro del área de construcción.			

• Todas las actividades deberán efectuarse solamente durante el día, entre las 9 y las 18 horas. • Los operadores de maquinaria deberán utilizar protección auditiva, misma que deberá proporcionar el patrón. • En caso de quebrantar el reglamento el contratista tendrá que ser responsable y tendrá que ser sancionado como marque la ley.	
Beneficios Se reducirá el riesgo de compactación en la ribera y cauce del arroyo. Se reducirá el riesgo de contaminación del agua y el suelo por residuos sólidos y líquidos.	**Supuestos** Los operadores de maquinaria y obreros en general respetarán los lineamientos. La operación de la maquinaria no rebasará los límites establecidos.
Riesgos Incumplimiento de los lineamientos y restricciones. Que los operadores no respeten los caminos establecidos para la circulación.	**Medidas complementarias** Se deberán de contemplar programas de vigilancia para evitar el incumplimiento de las normativas de movimiento de la maquinaria. Que se cumplan las sanciones, en caso de que el contratista no ejecute las actividades establecidas, en esta medida.

Ficha técnica No. 8		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Tala adecuada de especies arbóreas y arbustivas.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Área del cauce, riberas y márgenes que presenten vegetación, área de desmonte y despalme.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Con el desmonte se elimina la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, con lo que se inicia la activación de los procesos erosivos; los residuos almacenados incorrectamente pueden aportar sedimentos al cauce.	**Donde ocurrirá el impacto** En todas las áreas donde se desmontará para la construcción del proyecto y sus accesos.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Vegetación, suelo y agua.
Actividad del proyecto que	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

ocasionará el impacto Conceptos de desmonte y despalme.	Desmonte- arbolado; despalme-perdida de capa fértil-revegetación.	Durante la ejecución de los trabajos de desmonte y despalme.	Al finalizar todos los trabajos de construcción.

Descripción de la medida

- Se deben considerar campañas de capacitación del personal para el derribo y troceo de los árboles para evitar dañar otros individuos o vegetación fuera del área de afectación.
- No se permitirá el uso de herbicidas o agroquímicos.
- Para evitar daños a la vegetación aledaña, el derribo de los árboles deberá realizarse mediante el derribo dirigido. Estas acciones deberán cumplir con las disposiciones en materia de ruido y manejo de residuos sólidos antes presentadas.
- Los árboles derribados deberán ser troceados en tamaños comerciales: 2.5 m en el caso de trozas y 1.20 m de longitud en el caso de leña. Los anteriores se pondrán a disposición de los dueños de los terrenos y terrenos aledaños para su aprovechamiento.
- De no ser requeridos por éstos, se deberá procurar su aprovechamiento en barreras de control de derrumbe, entre otras obras dentro del proyecto general.
- El material residual vegetal como ramas se deberá picar en pequeñas dimensiones y disponerlo en el derecho de vía para su uso posterior o como material de obras de conservación de suelos.
- En caso de amontonar el material residual, este no deberá permanecer mucho tiempo ya que es material potencial como combustible para los incendios cuando este se seca.
- En caso de resultar pertinente, este material se podrá triturar para ser incorporado al material del despalme para su uso posterior en la reforestación de taludes y sitios aledaños a la obra.
- El horizonte vegetal deberá ser conservado acamellonado en el banco de tiro mezclado con el horizonte orgánico del suelo ya que la extracción de ambos ocurre de forma simultánea, esto permitirá generar un acervo de semillas y brotes que faciliten la recuperación natural de la zona, así como el arrope de taludes y su revegetación eventual.
- El banco de tiro o lugar de almacenamiento se deberá ubicar fuera del área de construcción y mínimo a 100 m del cauce del rio.

El material producto del despalme, se procurará destinar para formar los terraplenes, compensar sitios u oquedades afectadas por la erosión, para ello se simulará el relieve original, primero se colocarán las rocas mayores y después el material más fino, posteriormente se arropará con el material de despalme y se reforestará.

Beneficios	**Supuestos**
Se contará con materiales de suelo y semillas para el programa de revegetación. Se evitará la pérdida de diversidad genética.	El material de residuo se utilizará en los trabajos de revegetación y protección de taludes.

Se revegetará con las mismas especies de la zona.	
Riesgos Que no se almacene correctamente el material producto del desmonte y despalme. Que no se utilice el material en los trabajos de revegetación.	**Medidas complementarias** Ejecución de los programas de revegetación. El material se utilizará en los trabajos de protección de taludes.

Ficha técnica No. 9		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Manejo adecuado del material producto del desmonte y evitar su quema.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Área donde se encuentra vegetación.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Con el despalme se elimina la vegetación y la capa fértil de suelo, con lo que se inicia la activación de los procesos erosivos.	**Donde ocurrirá el impacto** En todas las áreas donde se despalmará para la construcción del proyecto.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Vegetación, suelo y agua.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Conceptos de desmonte y despalme.	**Interacción:** Despalmes- pérdida de capa fértil-revegetación.	**Inicio** Durante la ejecución de los trabajos de desmonte y despalme.	**Término** Al finalizar todos los trabajos de despalme.

Descripción de la medida

- El horizonte vegetal deberá ser conservado acamellonado en el banco de tiro mezclado con el horizonte orgánico del suelo, ya que la extracción de ambos ocurre de forma simultánea, esto permitirá generar un acervo de semillas y brotes que faciliten la recuperación natural de la zona, así como el arrope de taludes y su revegetación eventual.
- En caso de resultar pertinente separar la capa superior de materia orgánica del área a ser trabajada. Mantenerla resguardada y ligeramente compactada con el fin de volver a reutilizarla en aquellas zonas que así lo requieran más adelante.
- Realizar la recolección y el traslado inmediato de los restos de vegetación y de suelo orgánico hacia un depósito temporal, esto con el objeto de evitar cualquier acumulación del producto del desmonte y despalme, mismo que pueda obstruir los escurrimientos naturales.

• El banco de tiro o lugar de almacenamiento se deberá ubicar fuera del área de construcción, mínimo a 100 m del cauce de un río o arroyo. • Se debe contar con autorización de los dueños de los terrenos donde estará ubicado el banco de tiro. El material producto del despalme se procurará destinar para la formación de los accesos, compensar sitios u oquedades afectadas por la erosión, para ello se simulará el relieve original, primero se colocarán las rocas mayores y después el material más fino, posteriormente se arropará con el material de despalme y se reforestará.

Beneficios	**Supuestos**
Se contará con materiales de suelo y semillas para el programa de revegetación. Se evitará la pérdida de diversidad genética. Se revegetará con las mismas especies de la zona.	Ejecución de los programas de revegetación. El material se utilizará en los trabajos de protección de taludes.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que no se almacene correctamente el material producto del desmonte y despalme. Que no se utilice el material en los trabajos de revegetación.	Se protegerá el material producto del despalme con plástico para evitar su arrastre por agua y viento. Implementar un programa de vigilancia para el cumplimiento de las medidas.

Ficha técnica No. 10		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Reutilización y Manejo del material producto del despalme como arrope de taludes, y revegetaciones.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Área donde que se encuentre considerada a revegetación y taludes de la obra.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Con el despalme se elimina la vegetación y la capa fértil de suelo, con lo que se inicia la activación de los procesos erosivos y pérdidas de infiltración.	**Donde ocurrirá el impacto** En todas las áreas donde se despalmará para la construcción del proyecto y taludes propensos a erosión.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Vegetación, suelo y agua.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

Despalme y Desmonte.	Despalmes- pérdida de capa fértil-revegetación.	Al finalizar la ejecución de las obras de la superestructura.	Al finalizar todos los trabajos de construcción del proyecto.

Descripción de la medida

- El horizonte vegetal deberá ser conservado acamellonado en un sitio especifico, mezclado con el horizonte orgánico del suelo, ya que la extracción de ambos ocurre de forma simultánea, esto permitirá generar un acervo de semillas y brotes que faciliten la recuperación natural de la zona, así como el arrope de taludes y su revegetación eventual, se podrá proteger con plásticos para evitar su arrastre por agua y viento.
- En caso de resultar pertinente separar la capa superior de materia orgánica del área a ser trabajada. Mantenerla resguardada y ligeramente compactada con el fin de volver a reutilizarla en aquellas zonas que así lo requieran más adelante.
- Realizar la recolección y el traslado inmediato de los restos de vegetación y del suelo orgánico hacia un depósito temporal, se realizará con el objeto de evitar cualquier acumulación del producto del despalme, mismo que pueda obstruir los escurrimientos naturales.
- El material producto del despalme se procurará destinar para compensar sitios u oquedades afectadas por la erosión y la formación de accesos, para ello se simulará el relieve original, primero se colocarán las rocas mayores y después el material más fino, posteriormente se arropará con el material de despalme y se reforestará.
- Su utilización como arrope en los taludes se realizará al acabar las obras estructurales de acceso del proyecto, ya no habiendo modificaciones, evitando con ello movilizaciones innecesarias de maquinaria y generación de emisiones de gases.
- Cuando se deba de colocar una capa de material vegetal en las reforestaciones estas se harán en conjunto según lo demande el calendario de las obras, y las áreas consideradas necesarias. Este material deberá ser acomodado en capas de no mayores de 0.10 m de espesor aprovechando en ella su contenido orgánico y de semillas del lugar, así como su alta concentración de minerales nutritivos que se aprovecharan en el crecimiento de los especímenes a reforestar.

Beneficios	**Supuestos**
Se contará con materiales de suelo y semillas para el programa de revegetación. Se revegetará con las mismas especies de la zona. Se minimizará el efecto erosivo con la integración del material vegetal.	Una mayor rapidez en la revegetación del lugar. El material se utilizará en los trabajos de protección de taludes, contrarrestando los efectos erosivos. La cantidad de minerales nutritivos dl suelo, ayudara en la adaptación de los especímenes a reforestar.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que no se almacene correctamente el material producto del desmonte y despalme. Que no se utilice el material en los trabajos de revegetación.	Protección del material de desmonte, para la conservación del contenido orgánico en ella. Implementar un programa de vigilancia para el cumplimiento de las medidas.

Una mala aplicación al momento del arrope que cause efectos adversos.	

Ficha técnica No. 11		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Implementar medidas de seguridad en las áreas de trabajo.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Daños al ambiente e incidencia en accidentes del personal obrero.	**Donde ocurrirá el impacto** En toda el área en general, pero mayor énfasis en áreas donde se ejecuten obras con alto nivel de riesgo.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Personal obrero – paisaje.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Todas las etapas del proyecto	**Interacción:** Realización de trabajo-seguridad de los obreros	**Inicio** Al inicio de las actividades constructivas del proyecto	**Término** Al finalizar la construcción total de la obra.
Descripción de la medida Con la finalidad de dar un buen uso a las diferentes áreas de trabajo y evitar cualquier tipo de accidentes se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos: • Establecer límites de horarios de trabajo. • Se colocarán letreros para la separación de basura orgánica e inorgánica. • Se colocarán letreros para evitar la utilización del fuego. • Las áreas de trabajo serán inaccesibles para personas ajenas a la obra para ello se colocarán letreros restrictivos. • Se colocarán letreros para el buen uso de la herramienta y el material de construcción. • Se recomendará tener un horario fijo de trabajo, con la finalidad de disminuir la contaminación por ruido. • Durante los trabajos con maquinaria pesada, será preferente que existan horas establecidas y de haber dos o más trabajando que se turnen para laborar. • En el caso del uso de ollas (revolvedora) y bombas de concreto, se deberán realizar por lapsos de tiempo y no en un horario corrido.			
Beneficios Se reducirá el riesgo de accidentes del personal laborable. Se reducirá el riesgo de contaminación al ambiente.		**Supuestos** Se evitará el desorden en el área de trabajo. Se deberán de contemplar programas vigilancia para evitar el incumplimiento de las normativas	

Se efectuará un mayor avance, estando en condiciones de seguridad óptimas para el trabajo.	
Riesgos Incumplimiento en la colocación de las señales y letreros. Incumplimiento del seguimiento y control de las actividades de supervisión.	**Medidas complementarias** Se procurará hacer revisiones todos los días para vigilar el cumplimiento de las medidas de seguridad. Se contemplará una plática adicional para los obreros que incumplan las medidas de seguridad. Realizar un reporte del programa de vigilancia ambiental.

Ficha técnica No. 12		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Evitar que los residuos sólidos o líquidos de la construcción de estas obras caigan en los cuerpos de aguas superficiales, colocando rejillas, mallas u obras de protección.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Cauce del rio.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Contaminación del agua por sedimentos y sustancias deletéreas.	**Donde ocurrirá el impacto** En el cauce del río	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Agua.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Todas las actividades de la etapa construcción.	**Interacción:** Calidad de las agua - diversas actividades de construcción.	**Inicio** Durante la ejecución de los trabajos de construcción.	**Término** Al finalizar todas las actividades de construcción.

Descripción de la medida. • Se colocarán rejillas, mallas u obras de protección en los cuerpos de agua. • Se formará una brigada de personal que recorrerá las márgenes y el cauce de los cuerpos de agua, realizando operaciones de recuperación de materiales sólidos (agregados, aceros, cimbras, etc.). • Cuando las obras de explotación queden cerca del cauce de algún cuerpo de agua, se construirá un pequeño dique temporal para retener y decantar las partículas sólidas sedimentables, las grasas y aceites. • Las grasa y aceites se extraerán a través de filas de bollas absorbentes sobre la superficie de la presa, se colectará, se almacenará y se entregará a una empresa especializada en el manejo y disposición final de este tipo de sustancias. Una vez terminados todos los trabajos sobre el cauce del río en la zona de construcción, extraídas todas las partículas, grasas y aceites se desarmará el dique y las piedras que se utilizaron serán de vueltas a las márgenes siendo distribuidas al azar en toda el área.

Beneficios	**Supuestos**
Se evitará la contaminación del agua por partículas sólidas suspendidas y sustancias deletéreas. Con la construcción del dique se decantarán los sedimentos.	Recolección de los materiales sólidos para evitar la contaminación del río. Existirán partículas sólidas suspendidas y sustancias deletéreas.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que la generación de sedimentos sea superior a la que pueda albergar el dique, que las grasas y aceites no se retengan. Que no se realice la recuperación de materiales sólidos en el cauce.	Elaboración del proyecto de la represa o dique, si se considera necesario. Verificar el cumplimiento de las medidas.

Ficha técnica No. 13		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Suavizar las pendientes de los cortes, y cubrir posteriormente con suelo fértil.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Cauce del rio.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Pérdida de suelo por efectos erosivos en cortes de mayor altura. Una revegetación natural lenta o nula.	**Donde ocurrirá el impacto** Cortes realizados en la construcción del proyecto.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Suelo.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

Todas las actividades de construcción de los accesos.	Personal encargado de realizar los cortes - diversas actividades de construcción.	Durante la ejecución de los trabajos de construcción.	Al finalizar todas las actividades de construcción.

Descripción de la medida

- No se deben dejar cortes con taludes verticales a menos que el corte sea en roca o en un suelo muy cementado.
- Idealmente, los taludes tanto de cortes como de terraplenes deben construirse de tal forma que se puedan reforestar.
- Durante la construcción de los cortes se llevará a cabo su acondicionamiento suavizando sus pendientes, mediante la construcción de pequeñas bermas a cada 2 m en altura vertical, con las siguientes dimensiones 0.5 de base x 2 m de altura con un talud de 0.5 x 2, únicamente para las bermas, el talud original se respetará para no aumentar la afectación hacía los costados. Estas bermas tendrán la finalidad de evitar la erosión hídrica y eólica del suelo.

Esta práctica solo se llevará a cabo en los taludes con mayor problema de erosión, esto para contrarrestar la misma y propiciar la generación de suelo en la berma.

Beneficios	**Supuestos**
Se pretende lograr una reforestación mayor, teniendo acumulación y generación de nuevo suelo en el área de las bermas. El suelo retenido, tendrá el espacio para poder logar la revegetación del talud, condiciones espacio – pendiente.	Generación pronto de suelo o acumulación de material vegetal en las bermas. Incremento en los procesos de revegetación del suelo, considerando mejores condiciones de desarrollo.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Mala realización de las bermas. Que los cortes no los hagan con forme al proyecto impidiendo realizar bermas con sus adecuadas dimensiones.	Vigilancia a la hora de la realización de los cortes y el correcto dimensionamiento de las bermas.

Ficha técnica No. 14		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Revegetación en las zonas laterales de los accesos y taludes de terraplenes en las zonas de terracerías para formar cercas vivas.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Local.
Naturaleza del Impacto Compensación y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Pérdida de la cobertura vegetal.	**Donde ocurrirá el impacto** en las zonas laterales de los accesos y taludes de	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Vegetación.

		terraplenes en las zonas de terracerías	
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**
Desmonte y despalme.	Cambios y pérdida de la cobertura vegetal- desmonte y despalme	Al término de las actividades de construcción.	Al haber sobrevivido las especies plantadas.

Descripción de la medida

- Una vez terminado el proyecto, mediante recorridos de campo se identificarán las zonas perimetrales de colindancia del polígono de explotación y en el área de amortiguamiento para formar cercas vivas, sobre las zonas de cortes y taludes.
- Se realizará un análisis del lugar de la plantación, donde se tomarán en cuenta los factores climáticos, edafológicos, la orientación y topografía de bordos y taludes. Posteriormente se realizará el inventario de especies a plantar, se recomienda el uso de plantas nativas, para evitar la contaminación genética con especies exóticas. Es necesario hacer uso de las especies que se encuentran a disposición dentro del vivero para obtener plántulas con las características deseadas.
- Se establecerán cercas de plantación que consistirán en una combinación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. En la zona que abarca la franja de amortiguamiento la siembra de plántulas que tengan un sistema radical ya desarrollado como el establecimiento de arbustos.
- Las plántulas de especies arbóreas, se propone la reforestación con sabinos y sauces los cuales se sembrarán con anterioridad en un vivero para que una vez que las actividades de preparación del sitio se hayan culminado las plántulas tengan la talla adecuada para la siembra, la cual se llevará a cabo con la metodología expuesta en el Programa de rescate, protección y reubicación de la flora silvestre, se establecerán los cajetes del tamaño y altura adecuada a una distancia que permita su óptimo desarrollo.

Beneficios Mejora el comportamiento hidrológico del cauce, favoreciendo el almacenamiento de agua, la reducción de los daños por erosión de márgenes, el depósito de sedimentos y partículas orgánicas, la reducción de la sedimentación aguas abajo. Mejora de recarga acuíferas en las zonas perimetrales, ocasionadas por las cercas vivas.	**Supuestos** Las reforestaciones formarán bandas de vegetación continuas que funcionarán como corredores de fauna. El establecimiento de la vegetación beneficiará el microclima del sitio, y mitigará el impacto ocasionado al paisaje.
Riesgos Que las zonas de reforestación y revegetación no sobrevivan a la época de estiaje más próxima a su establecimiento.	**Medidas complementarias** Establecimiento de zonas de reservas ecológicas continuas y contiguas a las áreas de reforestación y bandas de revegetación.

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha técnica No. 15</td><td>Componente ambiental</td><td>Medio físico y biológico</td></tr>
<tr><td colspan="2">Medida de mitigación propuesta
Evitar el aporte de partículas de suelo o de azolves a las corrientes de aguas, estableciendo presas de decantación, zanjas de infiltración o humedales artificiales.</td><td>Tipo de medida
Consideraciones de tipo ambiental.</td><td>Ubicación Espacial
Puntual.</td></tr>
<tr><td>Naturaleza del Impacto

Restauración y mitigación.</td><td>Generalidades del impacto generado

NEGATIVO
Se removerá volúmenes de suelo y obstruir los cuerpos de agua.</td><td>Donde ocurrirá el impacto

En todo el trazo de la obra</td><td>Elemento Ambiental bajo estudio.
Agua.</td></tr>
<tr><td>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto
Todas las actividades de construcción de la obra.</td><td>Interacción:

Conceptos de construcción-acumulación de sedimentos</td><td>Inicio

Al inicio de los trabajos de la construcción del proyecto.</td><td>Término

Al final de los trabajos de construcción</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida.
Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural y el azolve de cauces y cuerpos de agua.
Se deberá colocar una malla de retención de fragmentos grandes en primer plano, y un tapial para retención de sedimentos finos en segundo plano, entre la zona de obras y el cauce del cuerpo de agua.
Establecer presas de decantación para que los sedimentos en suspensión sean retenidos en ellas antes de llegar a las corrientes cuyas cargas de sedimentos se incrementarán. Para determinar el número y la ubicación de ellas se debe hacer un análisis de la topografía y del patrón de drenaje para encontrar el sitio donde sean más efectivas.
El dique se realizará con piedras de gran tamaño y peso específico alto, y apiladas una sobre otras hasta formar una estructura estable, sin ningún tipo de unión cementante o mortero.
Puede utilizarse madera o material de la región.
Una vez sedimentadas las partículas provenientes de las excavaciones o del movimiento de materiales y agregados pétreos se extraerán del fondo por medio de bombas y se trasladarán a los bancos de tiro correspondientes.
Las grasa y aceites se extraerán a través de filas de bollas absorbentes sobre la superficie del dique, se colectará, se almacenará y se entregará a una empresa especializada en el manejo y disposición final de este tipo de sustancias.
Una vez terminados todos los trabajos sobre el cauce del río en la zona de construcción, extraídas todas las partículas, grasas y aceites se desarmará el dique</td></tr>
</table>

y las piedras que se utilizaron serán de vueltas a las márgenes siendo distribuidas al azar en toda el área. Evitar que partículas de suelo, rocas u otros materiales producto de los terraplenes se alojen o queden retenidos más allá de la línea de ceros que marca el proyecto, para lo cual se colocara cercas naturales o de materiales industriales

- Establecer presas de decantación para que los sedimentos en suspensión sean retenidos.
- Evitar a toda costa que se almacene o se tire material de despalme cerca de cuerpos de agua formados por manantiales.
- Los bancos de tiro no deben establecerse en cauces de corrientes superficiales (cañadas, barrancas, arroyos, etc.) ya que de ser así el aporte de sedimentos será muy alto por ser materiales sin cohesión y encontrarse en lugares donde los escurrimientos superficiales tienen más fuerza.
- Evitar las desviaciones de caudales superficiales, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes.
- Definir los lugares donde será depositado el material no empleado, cuidando la no-afectación de corrientes de agua superficiales y zonas de alta productividad agrícola.
- No colocar las instalaciones temporales dentro del área de drenaje natural.

Beneficios	**Supuestos**
Mejoramiento del drenaje natural. Evitar la acumulación de sedimentos.	Buen drenaje natural. Retención de sedimentos antes de ser arrastrados a los cuerpos de agua.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Falta de supervisión de los cuerpos de agua. Que no se coloquen las presas de decantación.	Vigilancia del mantenimiento de las obras. Verificar que el drenaje natural no se perjudique.

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha técnica No. 16</td><td>Componente ambiental</td><td>Medio físico y biológico</td></tr>
<tr><td colspan="2">Medida de mitigación propuesta
Construcción de contracunetas arriba de la línea de ceros en cortes.</td><td>Tipo de medida
Consideraciones de tipo ambiental.</td><td>Ubicación Espacial
Línea de ceros.</td></tr>
<tr><td>Naturaleza del Impacto

Prevención y mitigación.</td><td>Generalidades del impacto generado

NEGATIVO
Perdidas de suelo por efectos de erosión hídrica y arrastre de material sólido.</td><td>Donde ocurrirá el impacto

Líneas de ceros arriba de los cortes.</td><td>Elemento Ambiental bajo estudio.
Agua – suelo.</td></tr>
<tr><td>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto
Todos los conceptos de construcción de los accesos.</td><td>Interacción:

Pendiente del suelo.</td><td>Inicio

Al inicio de los trabajos de la construcción del proyecto.</td><td>Término

Al final de los trabajos de construcción</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida.
• Los materiales que se utilicen en la construcción de contracunetas, cumplirán con lo establecido en el proyecto.
• Los residuos producto de la excavación se colocarán aguas debajo de la contracuneta o se cargarán al sitio de disposición final mediante cajas cerradas.
• Las excavaciones de las zanjas se realizarán de forma trapezoidal con una profundidad mínima de 20 centímetros hasta obtener la sección requerida del proyecto.
• En caso que se vaya a utilizar como bordo, la excavación será aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte el bordo.
• La longitud de la contracuneta será lo suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura o a un cauce natural
Si el proyecto lo indicara, se revestirá mediante un zampeado para protegerla contra la erosión.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Beneficios
Se evitará los efectos erosivos caudados por las bajadas de las corrientes en las laderas antes de las líneas de ceros.
Se mitigará el arrastre de solidos que puedan traer las corrientes superficiales.
Evita el saturamiento hidráulico, así como prevenir daños por deslaves y erosión en los cortes.
Desfogue del agua de la zona rápidamente</td><td colspan="2">Supuestos
Se tendrá un mejor drenaje natural.
Se verificará las secciones, niveles, compactación, espesores y alineamientos adecuados.
Se deberá comprobar que el recubrimiento no presente agrietamientos longitudinales, transversales u obstrucción en el cauce.</td></tr>
</table>

Riesgos	Medidas complementarias
Mala calidad en los procesos de construcción y materiales que indica el proyecto. Mal encauzamiento de los escurrimientos y causando erosión en los cortes, así como la eliminación de la capa de material vegetal generada en los mismos.	Vigilancia en la construcción de las contracunetas. Buena ubicación para el reencauzamiento de las corrientes de agua.

Ficha técnica No. 17		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Construcción de cunetas en zonas laterales del ancho de calzada.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Anchos de calzada del proyecto.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Efectos erosivos y deformables en los accesos del proyecto vehicular.	**Donde ocurrirá el impacto** Accesos del proyecto.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Agua – suelo.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Todos los conceptos de construcción de los accesos.	**Interacción:** Corrientes hídricas superficiales.	**Inicio** Al inicio de los trabajos de la construcción del proyecto.	**Término** Al final de los trabajos de construcción
Descripción de la medida. • Los residuos producto de la explotación del banco de materiales se colocarán aguas debajo de la contracuneta o se cargarán al sitio de disposición final mediante cajas cerradas. • Las excavaciones de las zanjas para formar las cunetas se realizarán mediante secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto. • Se deberá respetar la pendiente del camino, misma que será la pendiente de la cuneta. • En el momento en que cambie la sección de corte a terraplén, la cuneta se prolongará hasta la longitud necesaria en diagonal desfogando el agua hasta la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto. • Si el proyecto lo indicara, se revestirá mediante un zampeado para protegerla contra la erosión.			

A menos de que el proyecto indique otra cosa, se podrá recubrir con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un metro.

Beneficios Evita los daños por humedecimiento, así como el saturamiento hidráulico. Desfogue del agua de la zona rápidamente.	**Supuestos** Se verificará las secciones, niveles, compactación, espesores y alineamientos adecuados. Comprobar que el recubrimiento no presente agrietamientos longitudinales, transversales u obstrucción en el cauce.
Riesgos Mala calidad en los procesos de construcción y materiales que indica el proyecto. Mal encauzamiento de los escurrimientos.	**Medidas complementarias** Vigilancia en la construcción de las cunetas. Una buena ubicación del desfogue de las corrientes encauzadas por las cunetas hacia los escurrimientos naturales.

Ficha técnica No. 18		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Establecer señales preventivas, informativas y restrictivas sobre la fauna, la vegetación, residuos sólidos y límites de velocidades.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Daños al ambiente e incidencia en accidentes del personal obrero.	**Donde ocurrirá el impacto** En toda el área en general, pero mayor énfasis en áreas donde se ejecuten obras con alto nivel de riesgo y acceso a la obra.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Personal obrero – paisaje.
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Todas las etapas de ejecución de la obra.	**Interacción:** Realización de trabajo-seguridad de los obreros	**Inicio** Al inicio de las actividades constructivas del proyecto	**Término** Al finalizar la construcción total de la obra.

Descripción de la medida	
• Se colocarán señales preventivas, informativas y restrictivas distribuidas de forma uniforme a lo largo de toda el área de trabajo y rampas o caminos de acceso. • Se colocarán señales para el respeto de la fauna silvestre que transite sobre el derecho de vía. • Se colocarán señales para evitar la afectación de la flora existente en el lugar. • Se establecerán los límites de velocidad para evitar accidentes y que se atropelle la fauna silvestre. • Se colocarán señales para evitar la contaminación de residuos sólidos en el derecho de vía o sobre el camino. • Se colocarán líneas logarítmicas en las rampas para reducir la velocidad de los vehículos, principalmente en las zonas donde es más frecuente el desplazamiento de la fauna.	
Beneficios Se prevendrá el riesgo de accidentes contra la fauna de la zona, así como accidentes vehiculares. Se reducirá el riesgo de contaminación del área por RS.	**Supuestos** Se evitará todo tipo de accidentes contra la fauna silvestre, la vegetación de la zona y accidentes automovilísticos por falta de información en el camino.
Riesgos El incumplimiento, así como la adecuada y oportuna colocación de las señales y letreros en el camino. Que los usuarios de la vía de comunicación no respeten los señalamientos verticales, así como el acervo de flora y fauna.	**Medidas complementarias** Se procurará hacer revisiones todos los días para vigilar el cumplimiento de las diferentes señales de seguridad y verificar su correcto funcionamiento del usuario.

Ficha técnica No. 19		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Elaborar y aplicar un programa integral de separación de residuos sólidos.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención, restauración y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Se generarán residuos sólidos durante las diferentes actividades de construcción.	**Donde ocurrirá el impacto** En toda el área de construcción.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Personal obrero – paisaje.
Actividad del proyecto que	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**

ocasionará el impacto Todas las etapas de ejecución de la obra.	Conceptos de construcción- contaminación del suelo, aire, agua y paisaje.	Al inicio de las actividades constructivas del proyecto	Al finalizar la construcción total de la obra.

Descripción de la medida.

Para prevenir la acumulación de residuos en las diferentes áreas de construcción y afectaciones del paisaje; se realizarán las siguientes acciones:

- Al inicio de los trabajos se promoverán acciones de educación ambiental a fin de promover la separación, reciclaje y reutilización de residuos.
- Se colocarán contenedores o botes con tapa en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, separando los desechos orgánicos e inorgánicos.
- Los desechos inorgánicos se reciclarán y serán seleccionados para su envío a los centros de acopio y para su reutilización.
- La recolección de los desechos sólidos se realizará en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin.
- La recolección se realizará diariamente en todos los frentes de trabajo y para que no exista mezcla de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Asimismo, los desechos industriales no peligrosos tales como escombro, madera, chatarra, etc., al igual que los residuos domésticos como envases, papel, cartón, metales, entre otros serán puestos a la disposición de empresas especiales para su adecuado tratamiento.
- Para el caso de los residuos orgánicos se utilizarán en la elaboración de compostas.
- Se asignará una persona que recorrerá toda el área de trabajo para verificar la limpieza del sitio y la correcta separación de los residuos.
- Se colocarán señalamientos prohibiendo tirar basura y de las sanciones a que se harán sujetos si lo hacen.
- En toda el área de construcción no se permitirá la quema de ningún tipo de materia de residuo, o como parte de algún proceso constructivo.
- Para la disposición final de los residuos se tomarán las medidas generales descritas posteriormente.

Se formará una brigada de personal que recorrerá los accesos en ambos lados, el cauce del rio en el sitio de cruce, realizando operaciones de recuperación de materiales sólidos (Basura) arrojados por los vehículos y los peatones.

Beneficios	**Supuestos**
Reciclaje y reutilización de algunos materiales. Aprovechamiento de la materia orgánica para la elaboración de compostas.	Llevará a cabo el manejo adecuado de los residuos para evitar la contaminación del suelo, agua y el aire. Los trabajadores acatarán las medidas establecidas.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que no se realice la separación de los residuos y que una vez que la vialidad este construido no se continúe con un programa de mantenimiento.	Supervisión de la recolección de desechos y la conservación de la limpieza en las diferentes zonas de la obra.

	Implementación de un programa de vigilancia ambiental.

Ficha técnica No. 20		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Humedecer las superficies de rodamiento y transportar el material cubierto.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** General.
Naturaleza del Impacto Prevención y mitigación.	**Generalidades del impacto generado** NEGATIVO Con el movimiento de terracerías y el acarreo de estas, se dispersarán partículas sólidas que contaminarán las aguas superficiales y la atmósfera.	**Donde ocurrirá el impacto** En todas las áreas donde se realizarán trabajos de movimiento de terracerías.	**Elemento Ambiental bajo estudio.** Aire y agua
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto Construcción de accesos y movimiento de terracerías.	**Interacción:** Movimientos de terracerías y acarreos-despalmes-calidad de aire.	**Inicio** Movimientos de terracerías y acarreos	**Término** Al finalizar los trabajos movimientos de terracerías y acarreos

Descripción de la medida Durante las actividades de desmonte, movimiento de terracerías y circulación de vehículos automotores, se podrían generar un sin número de levantamiento de partículas de polvo al aire; por lo anterior será necesario que previo a cada una de las actividades antes mencionadas y periódicamente de acuerdo a las condiciones de lluvia y humedad se deberán de realizar las siguientes actividades: • Se deberán realizar riegos superficiales de agua del banco ya establecido, sobre las superficies a remover, cortar, terraplenar o trasportar, así como sobre las superficies de rodamientos, como caminos de terracerías; esto se deberá de realizar con pipas y a través de hidrobombas. • Humedecer los materiales utilizados en la construcción de terraplenes, terracerías, bases y sub-bases. • El material del despalme y cortes se deberá transportar en vehículos automotores de reciente modelo, protegidos con mallas y barras de contención en la caja. • Se deberá tener en cuenta el cumplimiento en la disposición de los materiales en los sitios autorizados. • Se evitará la descarga de materiales (terracerías, escombros, residuos de construcción) en barrancas o lugares no autorizados. • También se deberán aplicar sanciones y medidas estrictas a la compañía constructora que deposite los materiales en barrancas; por lo que se debe dar seguimiento y control de la disposición de residuos a través de bitácoras y movimiento de vehículos automotores. • Así mismo durante el trasporte de materiales térreos en camiones. Se deberá transportar el material de construcción en camiones cubierto con lonas de preferencia humedecida y fija al camión, con la finalidad de reducir con ello la dispersión de partículas de polvo a las aguas superficiales y a la atmósfera.

Beneficios	**Supuestos**
Se evitará la contaminación del aire Se evitará la emisión de partículas de polvo a la atmósfera	Existirá un control de las etapas de construcción y los acarreos de materiales.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que no se apliquen las medidas en todas las etapas y actividades construcción necesaria. Que los camineros no acaten las disposiciones para el transporte.	Vigilar que no se obtenga el agua del cauce del río. Plan de vigilancia y seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación.

Ficha técnica No. 21		**Componente ambiental**	**Medio físico y biológico**
Medida de mitigación propuesta Desmantelar los patios de maniobra y enriquecer el suelo.		**Tipo de medida** Consideraciones de tipo ambiental.	**Ubicación Espacial** Patio de maniobra.
Naturaleza del Impacto	**Generalidades del impacto generado**	**Donde ocurrirá el impacto**	**Elemento Ambiental bajo estudio.**
Mitigación.	NEGATIVO	En las áreas de patios de maniobra.	Suelo y vegetación

	Con el establecimiento de los patios de maniobra se impide la infiltración del agua y el crecimiento de la cobertura vegetal.		
Actividad del proyecto que ocasionará el impacto	**Interacción:**	**Inicio**	**Término**
Conceptos de construcción	Procesos de compactación-cambios en las características edáficas.	Al finalizar los trabajos de construcción.	Al término de la construcción del proyecto.

Descripción de la medida

- Retirar todo el material suelto de asfalto y gravilla con una retroexcavadora.
- Todo el material recogido se trasladará en camiones de carga en los bancos de tiro.
- Posteriormente se removerá el suelo con un tractor
- Se recubrirá con materia vegetal o suelo orgánicos, que puede ser de diversas procedencias: de compostas elaboradas con anticipación por los habitantes de la zona, otra opción es utilizar los residuos (corteza de árboles, hojas, etc.) provenientes del despalme. Esto con la finalidad de que el suelo tenga la cantidad de nutrientes suficientes para el crecimiento de la cobertura vegetal.
- Todo el material recogido se trasladará en camiones de carga en los bancos de tiro.
- Recoger todos los residuos orgánicos e inorgánicos del sitio.

Beneficios	**Supuestos**
Se reducirá la compactación del suelo y aumentará la infiltración del suelo. Se favorecerá la regeneración natural de la cobertura vegetal.	El barbecheo del suelo y el enriquecimiento con compostas y materia orgánica enriquecerá el suelo favoreciendo la regeneración natural. La limpieza total de los patios de maniobra mitigará el impacto al paisaje del sitio.
Riesgos	**Medidas complementarias**
Que queden residuos de material de asfalto o gravillas que afecten al suelo**.** Que el encargado de la obra abandone el sitio sin haber desmantelado el patio de maniobras.	Se supervisará que se lleve de manera adecuada el recubrimiento del suelo y la materia orgánica. Vigilar que se lleve a cabo la remoción del suelo y su restauración.

VI.7 Seguimiento, control y monitoreo

Para garantizar la efectividad del PMA, se establecerá un sistema de seguimiento y monitoreo basado en indicadores de desempeño.

- **Indicador de Eficacia (IE):** Se calculará para cada medida mediante la fórmula:

$$IE = (\frac{RA}{RE}) \times 100$$

Donde:

RA = Resultado Alcanzado (e.g., número de hectáreas revegetadas, volumen de residuos gestionados correctamente).

RE = Resultado Esperado (meta establecida en el PMA).

- **Programa de Monitoreo:**

Monitoreo de la Calidad del Agua: Se establecerán dos puntos de muestreo (uno aguas arriba y uno aguas abajo del tramo). Se monitorearán parámetros como sólidos suspendidos totales (SST), pH, y presencia de hidrocarburos antes, durante y después de la construcción.

Monitoreo de la Revegetación: Se establecerán parcelas permanentes de monitoreo en las áreas revegetadas para evaluar la supervivencia, crecimiento y cobertura a los 6, 12, 24 y 36 meses.

Monitoreo de Fauna: Se realizarán recorridos trimestrales en el área de influencia para detectar posibles atropellamientos y observar el uso de los corredores biológicos.

Toda la información generada se registrará en la **bitácora de obra ambiental** y en informes periódicos que se presentarán a la autoridad ambiental (SEMARNAT) cuando esta lo requiera.

VI.8 Costos y garantías ambientales

La correcta ejecución de las medidas de mitigación requiere una asignación presupuestal específica. Con base en el presupuesto total del proyecto, que asciende a **$36,383,143.08 M.N.** (calculado en el Capítulo II), se ha destinado una partida para la gestión ambiental.

- **Monto asignado a medidas ambientales:** Se ha estimado un monto equivalente al **0.8% del presupuesto total de obra**, que asciende a **$291,065.14 M.N.** Este porcentaje, aunque menor al sugerido en el Capítulo II (que llegaba al 17.5%), se considera un punto de partida que deberá ser detallado y ajustado en el proyecto ejecutivo para garantizar la viabilidad de las acciones propuestas, especialmente el programa de reforestación de 1.40 ha cuyo costo estimado es de $410,657 M.N.
- **Garantía Financiera:** Dado que el proyecto se ubica en un SAR con alta fragilidad y presencia de especies en riesgo (NOM-059), y de acuerdo con el Artículo 51 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el promovente deberá constituir una garantía financiera. Esta garantía, cuyo monto se definirá con la autoridad ambiental, cubrirá los costos de implementación de las medidas de mitigación y restauración, así como la reparación de posibles daños ambientales no previstos, asegurando el cumplimiento de las obligaciones ambientales.

VI.9 Conclusión

El sistema de estrategias y medidas presentado en este capítulo constituye un compromiso formal para la ejecución ambientalmente responsable del proyecto de ampliación y modernización del camino. A través de la aplicación de 22 medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación, integradas en un Programa de Manejo Ambiental con un sistema de seguimiento y garantías financieras, se busca no solo minimizar

los impactos negativos identificados, sino también contribuir a la conservación del Sistema Ambiental Regional. Este enfoque proactivo permitirá que la obra de infraestructura se convierta en un verdadero motor de desarrollo sostenible, armonizando la conectividad social con la protección del frágil entorno ecológico y cultural de la región Mixteca.

CAPITULO VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

Este capítulo presenta un análisis prospectivo del comportamiento del Sistema Ambiental Regional (SAR) ante la ejecución del proyecto. Se contrastan tres escenarios teóricos fundamentados en el diagnóstico ambiental (Capítulo IV) y la evaluación de impactos (Capítulo V), con el objetivo de demostrar la superioridad ambiental y social de la opción que incorpora las medidas de mitigación propuestas.

Metodología de Pronóstico:

Para estimar los pronósticos ambientales, se analizaron los siguientes elementos:

- **Línea Base Ambiental:** Se utilizaron los resultados del diagnóstico ambiental detallado en el Capítulo IV para establecer la condición ambiental pre-existente en el área de influencia del proyecto.
- **Escenarios Teóricos:** Se plantearon tres escenarios para evaluar los posibles futuros ambientales:
    - **Escenario 1: Sin Proyecto:** Representa la evolución del ambiente en ausencia del proyecto, considerando las tendencias actuales de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas.
    - **Escenario 2: Con Proyecto (Sin Mitigación):** Describe los posibles impactos ambientales generados por las actividades del proyecto sin la implementación de medidas de mitigación.
    - **Escenario 3: Con Proyecto y Medidas de Mitigación:** Estima la calidad ambiental resultante de la implementación del proyecto, incorporando las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI.

Análisis de Impactos Remanentes: Para el Escenario 3, se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos, incluyendo aquellos que persisten a pesar de la mitigación, los no mitigables, los mecanismos de autorregulación de los ecosistemas y los factores que influyen en los procesos de deterioro.

Análisis Retrospectivo y Uso de Suelo: Se tomó en cuenta el análisis retrospectivo del Sistema Ambiental Regional presentado en el Capítulo IV, y se incorporó una comparación de mapas de uso de suelo para proyectar la calidad ambiental.

VII.1. Descripción y Análisis del Escenario Sin Proyecto:

En este escenario, se proyecta la evolución del SAR en ausencia del proyecto de modernización vial. La situación actual se caracteriza por un camino de terracería en mal estado, con un ancho de 5 metros, que presenta limitaciones geométricas y de drenaje.

- **Evolución previsible de la infraestructura:** El camino de terracería continuaría su proceso de deterioro acelerado debido a la falta de mantenimiento y a la erosión hídrica, especialmente durante las lluvias de verano. Esto provocaría la formación de baches, cortes por escorrentía, pérdida de la capa de rodamiento y, en tramos críticos, la posibilidad de derrumbes o deslaves, haciendo el camino intransitable por periodos prolongados.
- **Consecuencias socioeconómicas:** El aislamiento de las comunidades de la región se agravaría. Se perpetuaría el rezago social, con un acceso cada vez más limitado a servicios de salud y educación. Económicamente, los costos de transporte se mantendrían altos, encareciendo los insumos y dificultando la salida de productos locales (café, maíz, artesanías) a mercados regionales, consolidando la economía de subsistencia y la marginación de una población ya vulnerable (con 82.3% de pobreza extrema).
- **Evolución ambiental:** Sin una intervención, la dinámica ambiental del SAR se mantendría relativamente estable, aunque con las presiones antrópicas existentes (agricultura de subsistencia). Los procesos de erosión localizados en el camino actual persistirían, pero no se generarían los impactos masivos de una obra de construcción. Los ecosistemas de bosque de encino, con su biodiversidad (incluyendo las especies en norma como *Dryophytes euphorbiaceus*), continuarían su dinámica natural, pero sin un cambio significativo en su estructura o conectividad.

Conclusión del escenario sin proyecto: Representa la continuidad de un **estado de subdesarrollo e insostenibilidad social**. Si bien desde el

punto de vista ecológico inmediato podría parecer la opción de menor impacto, a largo plazo perpetúa un círculo vicioso de pobreza y marginación, que puede derivar en otras presiones ambientales no reguladas. La no intervención tiene un alto costo social incalculable.

VII.2. Descripción y Análisis del Escenario Con Proyecto (Sin Mitigación)

Este escenario hipotético evalúa los efectos de construir el camino moderno (pavimentado, con 6 m de calzada, obras de drenaje) **sin la implementación de las medidas de mitigación** descritas en el Capítulo VI. Se alcanzarían los beneficios funcionales de la conectividad, pero a un costo ambiental muy elevado.

Beneficios socioeconómicos (mantenidos): Se lograría la conectividad permanente y eficiente, reduciendo tiempos y costos de transporte, mejorando el acceso a servicios y dinamizando la economía local, tal como se describió en el escenario con proyecto.

Impactos ambientales negativos (sin control):

Hidrología: La ausencia de medidas de control de erosión provocaría un arrastre masivo de sedimentos hacia los cuerpos de agua. Los derrames accidentales de combustibles o concreto podrían contaminar directamente los escurrimientos y el acuífero subyacente afectando la calidad del agua para las comunidades aguas abajo.

Suelo: La erosión hídrica en los taludes de corte, sin protección ni revegetación, sería severa debido a la pendiente y a los Leptosoles someros. Se perdería una cantidad importante de suelo fértil. Los patios de maniobra y caminos de acceso compactarían el suelo de manera irreversible.

Biodiversidad: La eliminación de la cobertura vegetal en 0.886 ha (con 827 árboles) sin un programa de rescate significaría la pérdida total de ese hábitat. La fragmentación del bosque de encino sería abrupta, actuando el

camino como una barrera para la fauna (mamíferos como *Urocyon cinereoargenteus* y reptiles). El ruido y el polvo no controlados provocarían el desplazamiento de aves sensibles. El atropellamiento de fauna, incluyendo el Gavilán pollero (*Astur cooperii*), sería un impacto frecuente y no mitigado.

Paisaje: Las cicatrices de los cortes y la falta de integración paisajística generarían un impacto visual severo en una zona de fragilidad visual ALTA y baja capacidad de absorción (CAV Baja).

Conclusión del escenario con proyecto sin mitigación: Representa un **desarrollo insostenible**, donde los beneficios socioeconómicos a corto plazo se obtienen a costa de la degradación severa e irreversible de los recursos naturales y servicios ecosistémicos del SAR. Este escenario generaría pasivos ambientales significativos, conflictos sociales y un incumplimiento flagrante de la normatividad ambiental.

VII.3. Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación

Este es el escenario propuesto para la ejecución del proyecto, que incorpora de manera integral el sistema de 22 medidas ambientales descrito en el Capítulo VI. Su objetivo es maximizar los beneficios sociales y minimizar los impactos ambientales, conduciendo a un desarrollo sostenible.

- **Beneficios socioeconómicos (potenciados):** Además de la conectividad, se generarán empleos locales, y el proyecto se ejecutará con una imagen de responsabilidad ambiental, fortaleciendo la relación con las comunidades.
- **Pronóstico ambiental con medidas:**
    - **Agua y Suelo:** La programación de obras en estiaje, la construcción de contracunetas, la revegetación temprana de taludes y las presas de decantación controlarán eficazmente la erosión y la sedimentación. El manejo estricto de residuos y sustancias peligrosas evitará la contaminación de suelos y agua.

- **Biodiversidad:** El rescate y reubicación de flora y fauna (especialmente la atención a especies NOM-059 como *Dryophytes euphorbiaceus*) minimizará la pérdida de individuos. La revegetación con especies nativas de taludes y áreas aledañas, así como el diseño de obras de drenaje que funcionen como pasos de fauna, ayudará a mantener la conectividad ecológica y a restaurar el hábitat a mediano plazo.
- **Paisaje:** La reutilización del material de despalme para arrope de taludes y su posterior revegetación asegurará una integración paisajística del camino en su entorno, reduciendo el impacto visual a niveles "poco significativos".
- **Impactos residuales:** A pesar de las medidas, persistirán impactos residuales inevitables, como el cambio de uso de suelo (0.886 ha), la modificación permanente de la morfología en cortes y la reducción de la infiltración en la superficie del camino (1.34 ha). Estos serán compensados mediante el programa de reforestación de 1.40 hectáreas y la implementación de medidas de monitoreo a largo plazo.

Conclusión del escenario con proyecto y mitigación: Representa la **opción de equilibrio y sostenibilidad**. Se logra el objetivo de desarrollo e infraestructura, pero bajo un estricto control ambiental que garantiza la protección del SAR, la conservación de su biodiversidad y el cumplimiento de la ley. Los impactos residuales son identificados, evaluados y adecuadamente compensados.

VII.4 Análisis de Escenarios Ambientales

El análisis comparativo de los tres escenarios, sintetizado en la tabla a continuación, demuestra que el Escenario con Proyecto y Medidas de Mitigación es la única alternativa viable para lograr un desarrollo equilibrado en la región, al armonizar los aspectos sociales, económicos y ambientales.

Tabla VII.1. Análisis comparativo de los escenarios ambientales.

Aspecto Evaluado	Escenario Sin Proyecto	Escenario Con Proyecto (Sin Mitigación)	Escenario Con Proyecto (Con Medidas de Mitigación)
Conectividad y Desarrollo Social	Aislamiento, rezago social crónico.	Alta conectividad, mejora social inmediata.	Alta conectividad, mejora social con responsabilidad ambiental.
Desarrollo Económico	Estancamiento, economía de subsistencia.	Dinamización económica.	Desarrollo económico sostenible con enfoque local.
Calidad del Agua	Estable, con erosión natural.	Contaminación por sedimentos y derrames.	Protegida mediante control de erosión y manejo de residuos.
Suelo (Erosión y Calidad)	Erosión localizada en el camino actual.	Erosión severa, pérdida de capa fértil, compactación.	Erosión controlada, recuperación de capa fértil en taludes.
Biodiversidad (Flora y Fauna)	Estable, con dinámicas naturales.	Pérdida de hábitat, fragmentación, desplazamiento de fauna, posible mortalidad de especies NOM-059.	Minimizada mediante rescate, restauración de hábitat (revegetación) y pasos de fauna.
Paisaje	Calidad visual alta, con alteraciones menores.	Impacto visual severo, cicatrices en el terreno.	Integración paisajística mediante revegetación.
Cumplimiento Normativo	No aplica.	Incumplimiento de la LGEEPA, NOMs, riesgo de sanciones.	Cumplimiento total y proactivo de la normatividad.

Aspecto Evaluado	Escenario Sin Proyecto	Escenario Con Proyecto (Sin Mitigación)	Escenario Con Proyecto (Con Medidas de Mitigación)
Sostenibilidad a Largo Plazo	**Insostenible por el costo social.**	**Insostenible por el costo ambiental.**	

VII.5 Evaluación de alternativas

En el marco de este estudio y en consonancia con los lineamientos de la LGEEPA, se evaluó la pertinencia de analizar alternativas al proyecto. Se concluye que no es necesaria una evaluación de alternativas de ubicación o trazado por las siguientes razones:

1. **Proyecto de modernización sobre un trazo existente:** La naturaleza del proyecto no es la apertura de un nuevo camino, sino la ampliación y modernización de una vialidad existente (terracería). El trazo actual responde a necesidades históricas de comunicación entre las comunidades y no es factible, ni social ni económicamente, plantear un trazo alternativo completamente nuevo en un terreno tan accidentado.
2. **Alineación con la planeación sectorial:** El proyecto está alineado con los objetivos de conectividad del Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca y las necesidades expresadas por las comunidades a través del INPI.
3. **La alternativa "cero" es inviable:** Como se demostró en el análisis del "Escenario Sin Proyecto", la no ejecución de la obra perpetúa un estado de marginación e inseguridad, lo que la convierte en una opción social y económicamente inaceptable.

Por lo tanto, la evaluación de alternativas se ha centrado en las **alternativas de gestión ambiental**. La alternativa óptima, y la que se presenta en este estudio, es la que incorpora el conjunto robusto de medidas de prevención, mitigación y compensación detalladas en el Capítulo VI, demostrando que es posible ejecutar la infraestructura necesaria bajo estrictos criterios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Capitulo VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

VIII.1 Literatura consultada.

Área de Importancia para la Conservación de Aves (2025). CONABIO. Recuperado de: https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Áreas Naturales Protegidas (2025). CONABIO. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 611 pp.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO, México. 327 pp.

Böhm, M., B. Collen, J.E.M. Baillie et al. (2013). The Conservation Status of the World's Reptiles. Biological Conservation, volumen 12, 372-285 pp.

Chao, A. y L. Jost. (2012). Coverage–based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. Ecology 93:2533–2547.

Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T. C. (2016) iNEXT Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/.

CONABIO. (2019). Ecosistemas de México y su estado de conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAGUA. (2018). Acuerdo por el que se da a conocer el estudio técnico del acuífero Cuenca del Río Papaloapan, clave 3019. Diario Oficial de la Federación, 12 de febrero de 2018.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) (1917). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf (Última reforma publicada DOF 15-04-2025). México. 400 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2018). Estudio técnico de aguas superficiales y subterráneas de la Región Hidrológica 28 Papaloapan.

Espacio Digital Geográfico (ESIG) (2025). SEMARNAT. URL: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... & Townshend, J. R. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. science, 342(6160), 850-853.

Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54:427–432.

INEGI (2017), Uso de suelo y vegetación, serie VII, 1:250 000

INEGI. (1990). Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. (2014). Carta Edafológica Serie II. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2016). Guía para la Interpretación de Cartografía Geológica y Geomorfológica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2018). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2020). Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta Geológica, Serie C. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2020). Regiones Hidrológicas y Cuencas Hidrográficas de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. Síntesis de Información geográfica del estado de México. 2001

INEGI. Síntesis de Información geográfica del estado de Oaxaca. 2004

INEGI. Síntesis geográfica del estado de Puebla. 2000

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos 113:363–375.

Kaufman, K. (2005) Guía de Campo Kaufman a las aves de Norteamérica. La guía más práctica para identificación de aves. Hillstar Editions L.C. New York, EUA, 391 pp.

Ley de Aguas Nacionales (LAN) (1992). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf (Últim a reforma publicada DOF 08-05-2023). México. 118 pp.

Ley de Camino, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF) (1993). Cámaras de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LCPAF.pdf (Últi ma reforma publicada DOF 16-07-2025). México. 44 pp.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf (Últi ma reforma publicada DOF 14-11-2025). México. 23 pp.

Ley General de Cambio Climático (LGCC) (2012). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf (Últi ma reforma publicada DOF 01-04-2024). México. 68 pp.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) (2018). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf (Últ ima reforma publicada 01-04-2024). México. 85 pp.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS) (2000). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf (Últi ma reforma publicada DOF 16-07-2025). México. 79 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf (Última reforma publicada DOF 01-04-2024). México. 148 pp.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (2003). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf (Última reforma publicada DOF 08-05-2023). México. 59 pp.

Malpica Cruz, V. M. (coord.). (2010). Léxico Geológico Mexicano. Instituto de Geología, UNAM.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. (2022). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 11-03-2022. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. (2010). STPS. Publicada en e DOF el 09-12-2010. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5170410&fecha=09/12/2010#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. (2002). STPS. Publicada en el DOF el 10-04-2002. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. (2025). STPS. Publicada en el DOF el 28-03-2025. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5753280&fecha=28/03/2025#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. (2011). STPS. Publicada en el DOF el 04-05-2011. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5188292&fecha=04/05/2011#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras. (2023). STPS. Publicada en el DOF el 19-09-2023. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5702233&fecha=19/09/2023#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. (2015). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 10-06-2015. Recuperado de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7251/1/nom-041-semarnat-2015.pdf

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (2017). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 19-10-2017. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7015/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (2010). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 30-12-2010. Recuperado

de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf

Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. (1995). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 13-01-1995. Recuperado de: https://paot.org.mx/centro/normas/fed/pdf/nom-081-semarnat-1994.pdf

Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. (2004). SEMARNAT. Publicada en el DOF el 20-10-2004. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#gsc.tab=0

Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2023, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. (2023). SICT. Publicada en el DOF el 14-11-2023. Recuperado de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708455&fecha=14/11/2023#gsc.tab=0

Paz-Pellat, F., Romero, V. M., Argumedo, J., & Cabrera, J. C. (2018). Base de datos vectoriales multi-temporales de mapas de uso del suelo y vegetación escala 1: 250 000 de México. Elementos para Políticas Públicas, 2(2), 125-146.

Peterson, R. T. y E. L. Chaliff. 2000. Aves de México, guía de campo. Edi. Diana. México. 473 p.

Plan Estatal de Desarrollo (2022). Gobierno del Estado de Oaxaca. Secretaria de Planeación. Recuperado de: https://www.oaxaca.gob.mx/planeacion/wp-content/uploads/sites/29/2023/07/PLAN-DE-DESARROLLO-ESTATAL-2022-2028-web.pdf México. 248 pp.

Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 (2025). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/2025/PRESREP/PND%202025-2030.pdf (Publicado el 15 de abril de 2025). México. 95 pp.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012). SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación (Fecha de publicación 07-09-2012). Recuperado de: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pdf México. 296 pp.

Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes 2025 – 2030 (2025). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5767340&fecha=05/09/2025#gsc.tab=0 (Publicado el 05 de septiembre de 2025). México.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F. y Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Regiones Hidrológicas Prioritarias. (2025). CONABIO. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico

Regiones Terrestres Prioritarias (2025). CONABIO. Recuperado de: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (1994). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf (Última reforma publicada DOF 25-08-2014). México. 69 pp.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (2006). Cámara de Diputados. Recuperado

de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf (Última reforma publicada DOF 09-05-2014). México. 52 pp.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (2000). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf (Última reforma publicada DOF 31-10-2014). México. 29 pp.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2006). Cámara de Diputados. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf (Última reforma publicada DOF 31-10-2014). México. 63 pp.

Rodríguez, M. F., Anselmi, G., Korzeniewski, L. I., & Balbi, A. B. (2022). Normas Editoriales Generales 2022 para Informes del Servicio Geológico Minero Argentino.

Secretaría de Economía. (2013). Perfil de Mercado de la Caliza. Dirección General de Desarrollo Minero.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada en el DOF el 30-12-2010. Recuperado de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Publicada en el DOF el 23-04-2003. Recuperado

de: https://paot.org.mx/centro/normas/fed/pdf/nom-080-semarnat-1994.pdf

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el DOF el 10-06-2015. Recuperado de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/7251/1/nom-041-semarnat-2015.pdf

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada en el DOF el 19-10-2017. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7015/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Publicada en el DOF el 11-03-2022). Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación (Fecha de publicación 07-09-2012). Recuperado de: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2923.pdf México. 296 pp.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Publicada en el DOF el 10-04-2002. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Publicada en e DOF el 09-12-2010. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5170410&fecha=09/12/2010#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2013). Guía para la Integración de los Estudios de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SGM. (2017). Carta Geológica de México, Escala 1:250 000. Servicio Geológico Mexicano. Secretaría de Economía.

Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología (8.ª ed.). Pearson Educación.

UABJO Y IPN-CIIDIR Unidad Oaxaca (2016). Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO). Recuperado de: https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/wp-content/uploads/sites/59/2022/10/Documento-POERTEO.pdf México. 277 pp.

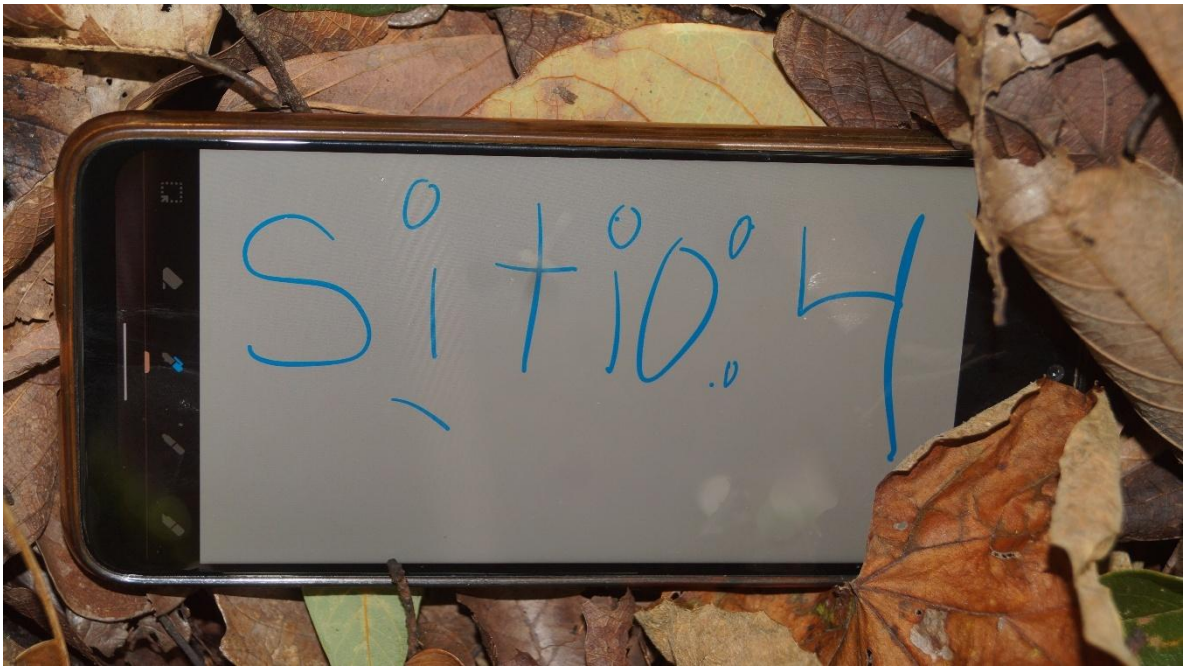
VIII. 2 Fotos del trabajo de campo



Marcaje del arbolado en el área del proyecto.



Levantamiento del trabajo de campo de flora silvestre.



Como distinguir las fotos de los sitios de muestreo



Sitio 5 de muestreo



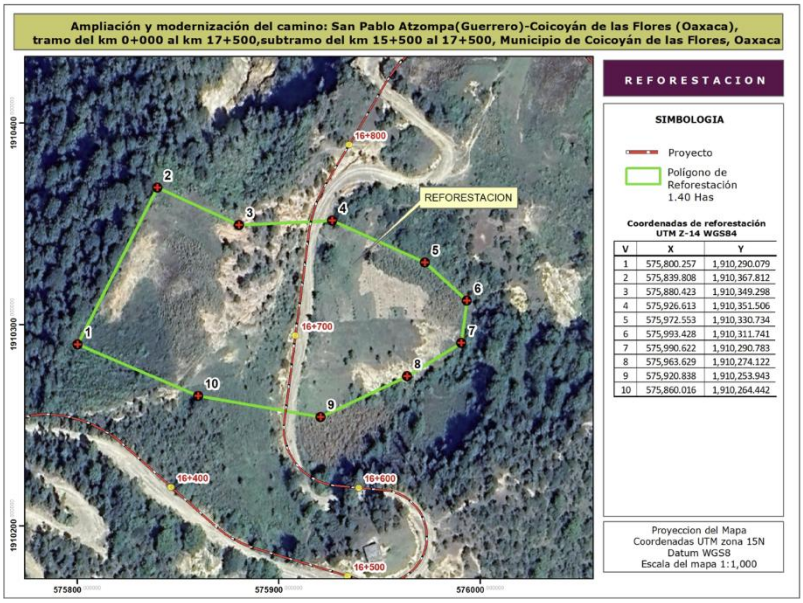
Levantamiento de datos sobre el sitio del proyecto



Toma de evidencias fotográficas de fauna silvestre.

VIII.3 Anexo programa de reforestación.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN:



Superficie:1.40 ha

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN: 1.40 HECTÁREAS

Nombre del proyecto: ”Reforestación compensatoria para el proyecto "Ampliación y modernización del camino San Pablo Atzompa - Coicoyán de las Flores".

Superficie:1.40 hectáreas.

Duración: 3 años (1 año de establecimiento + 2 años de mantenimiento y monitoreo intensivo).

1. Objetivo

Compensar la pérdida de cobertura vegetal (0.886 ha) y la afectación al hábitat derivadas del cambio de uso de suelo, mediante el establecimiento de 1,540 plantas de especies nativas en una superficie de 1.40 hectáreas, para restaurar la conectividad ecológica y la estructura del bosque en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

2. Metodología

2.1. Selección del sitio

Ubicar preferentemente áreas dentro del SAR que actualmente presenten vegetación secundaria, potreros abandonados o áreas degradadas, que sean colindantes a los remanentes de bosque de encino para facilitar la conectividad.

El sitio debe tener condiciones de pendiente y suelo similares a las del área afectada.

2.2. Obtención de la planta:

Adquirir la planta con un vivero local o regional certificado por la CONAFOR. Es fundamental que la semilla sea de la misma región (misma altitud y clima) para garantizar la adaptación genética. La planta debe tener una altura mínima de 25 a 40 cm al momento de la plantación.

2.3. Preparación del terreno:

Realizar un chapeo manual (control de maleza) en los sitios de plantación.

Trazo de curvas a nivel o "tresbolillo" para definir la posición de los hoyos.

Apertura de cepas (hoyos) de 30 x 30 x 30 cm.

2.4. Plantación:

Época: Inicio de la temporada de lluvias (Junio - Julio).

Método: Colocar la planta en la cepa, rellenar con la misma tierra, apisonar ligeramente para eliminar bolsas de aire y formar un cajete en forma de cuenco alrededor de la planta para retener el agua. Se recomienda el uso de”hidrogel”(10 gr por planta) para asegurar la humedad en las raíces.

3. Mantenimiento y Monitoreo (3 años)

Año	Actividad	Frecuencia	Descripción / Indicador
Año 1	Plantación y reposición	Junio-Julio	Establecimiento inicial.
	Mantenimiento 1	Septiembre-Octubre	Chapia manual (control de maleza) alrededor de cada planta.
	Monitoreo 1	Diciembre	Evaluación de supervivencia. Si la supervivencia es < 80%, programar reposición de plantas.
Año 2	Mantenimiento 2	Junio-Julio	Chapia manual y reposición de fallas detectadas en el primer año.
	Monitoreo 2	Diciembre	Evaluación de supervivencia y medición de crecimiento en altura. Supervivencia meta > 75%.
Año 3	Mantenimiento 3	Junio-Julio	Chapia manual final para liberar a los árboles jóvenes del pasto.
	Monitoreo 3 final	Diciembre	Evaluación final de supervivencia y crecimiento. Meta de supervivencia > 70% para liberar el programa.

4. Presupuesto Estimado

Los costos están calculados con base en tarifas de referencia de la CONAFOR (Programa PRONAFOR) y costos de mercado en la región Mixteca 2025-2026. Se considera un porcentaje de reposición del 10% (154 plantas).

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (MXN)	Subtotal (MXN)	Notas
1. Adquisición de planta	Planta	1,694	$12.00	$20,328.00	1,540 + 154 (10% reposición). Incluye especies seleccionadas.
2. Insumos	Lote	1	$5,000.00	$5,000.00	Hidrogel (20 kg), fertilizante orgánico (si es necesario).
3. Mano de obra (establecimiento)				$27,300.00	
- Trazo y apertura de cepas	Jornal	10	$350.00	$3,500.00	2 cuadrillas de 5 personas.
- Plantación	Jornal	14	$350.00	$4,900.00	1,694 plantas / 120 plantas por jornal.
- Acarreo de planta (local)	Jornal	4	$350.00	$1,400.00	Del vivero al sitio.
- Chapias (año 1)	Jornal	18	$350.00	$6,300.00	2 chapias al año (9 jornales c/u).
- Chapias (año 2)	Jornal	18	$350.00	$6,300.00	2 chapias al año.
- Chapias (año 3)	Jornal	9	$350.00	$3,150.00	1 chapia final.
- Reposición de plantas	Jornal	5	$350.00	$1,750.00	Traslado y siembra de las 154 plantas de reposición.
4. Monitoreo y evaluación				$14,700.00	

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (MXN)	Subtotal (MXN)	Notas
- Técnico responsable (3 evaluaciones)	Visita/eval	3	$4,000.00	$12,000.00	Incluye informe técnico por evaluación.
- Ayudante de campo	Jornal	9	$300.00	$2,700.00	3 jornales por evaluación (3 personas).
5. Herramienta y señalización	Lote	1	$3,000.00	$3,000.00	Palas, costales, rótulos del área.
6. Imprevistos (10%)				$7,032.80	Para cubrir contingencias.
TOTAL ESTIMADO				$77,360.80	

Resumen Financiero:

- **Costo total del programa: $77,360.80 M.N.**
- **Costo por hectárea: $55,257.71 M.N./ha.**

VIII. ANEXOS Y EVIDENCIAS

Mapas de ubicación y parcelas de monitoreo

VIII.4. Base de datos de flora. (versión digital formato Excel)

VIII.5. Base de datos fauna. (versión digital formato Excel)

VIII.6. Coordenadas del proyecto. (versión digital formato Excel)

VIII.7. Soporte del proyecto técnico (versión digital)

VIII.8. Matrices de evaluación (versión digital formato Excel)

VIII.9 Doctos de ingreso (Digital)

VIII.10. Cartografía (Digital)