MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

2023 AÑO DE Francisco VILLA

“E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca."

Capítulo 1

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

CONTENIDO

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

I.1. PROYECTO 2

I.1.1 Nombre del Proyecto 2

I.1.2 Ubicación del Proyecto 2

I.1.3. Duración del Proyecto 6

I.2 PROMOVENTE 7

I.2.1 Nombre o razón social 7

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 7

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal 7

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 7

I.3.1. Nombre o razón social 7

I.3.2. Registro federal de contribuyentes 7

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 7

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio 7

Tabla 1. 1 Municipios del Trazo y del SAR 2

Tabla 1. 2 Coordenadas extremas UTM del proyecto, Datum WGS84, Zona 14 N 6

Figura 1. 1 Croquis de localización del sitio del proyecto 3

Figura 1. 2 Eje del proyecto. 5

Fotografía 1. 1 Acceso al proyecto 5

Fotografía 1. 2 inicio y fin del cadenamiento 5

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

I.1 Datos generales del proyecto

EL proyecto tiene como objetivo mejorar un camino alimentador existente y en operación. Las características geométricas del proyecto se ajustan a una carretera Tipo "D", con un ancho de corona de 7.0 m sin acotamientos, diseñado para una velocidad de circulación de 30 km/h. Las pendientes máximas son del 12%, mientras que la pendiente gobernadora se mantiene en un 8%. Este camino se ubica en los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, en el estado de Oaxaca. Actualmente, el camino está hecho de terracería, el proyecto considera la pavimentación, la mejora de algunas curvas, la sustitución y construcción de obras de drenaje, así como la instalación de señalamientos horizontales y verticales en un tramo con una longitud total de 8 kilómetros.

Para el proyecto es fundamental la evaluación de las condiciones ambientales, los posibles impactos, la propuesta de medidas de mitigación y escenarios de proyección, realizadas bajo un marco de análisis y evaluación del Sistema Ambiental Regional. Durante los trabajos de modernización del camino no se realizarán actividades altamente riesgosas, por lo que no se presenta estudio de riesgo.

I.1.1 Nombre del Proyecto

E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El punto de partida de este proyecto se ubica en el km 0+000, en el entronque de la carretera 135 D Oaxaca-Tehuacán/México (Cuicatlán - Oaxaca), a una distancia de aproximadamente 72.8 km de la ciudad de Oaxaca de Juárez, que es la capital del estado. El recorrido estimado hasta llegar al camino de terracería que conduce al pueblo de Santa María Tejotepec, y que atraviesa los municipios de Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola, toma aproximadamente 90 minutos. En la Figura 1, se muestra la ubicación general del proyecto a nivel macro y un esquema de su ubicación.

En la Tabla 1, se muestra la incidencia geográfica del proyecto:

Tabla 1. 1 Municipios del Trazo y del SAR

Municipio	Ubicación geográfica	Cadenamiento	Mpio. a del trazo	Mpio. SAR
Santiago Nacaltepec	Se ubica en las coordenadas 17°30' latitud Norte y 96°55' longitud Oeste a una altura de 2,080 msnm	km 0+000 – km 1+340	X	X
San Jerónimo Sosola	Se ubica en las coordenadas 97°02' longitud Oeste, 17°22' latitud Norte a una altura de 1,920msnm.	km 1+340- km 8+009	X	X

En la Figura 1, se muestra la ubicación general del proyecto a nivel macro y un esquema de su ubicación específica.

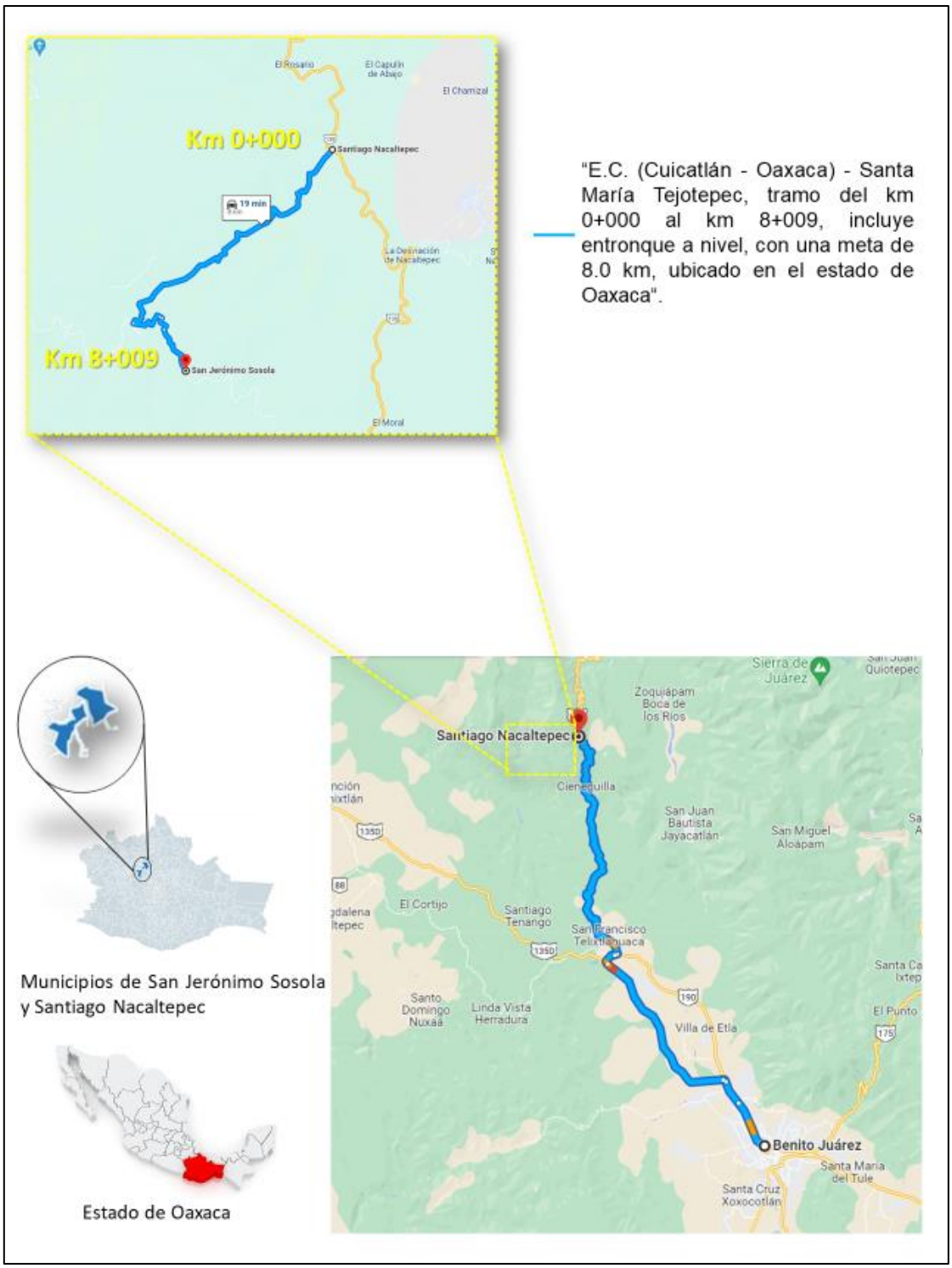


Figura 1. 1 Croquis de localización del sitio del proyecto

La Figura 2, muestra el Eje del proyecto:

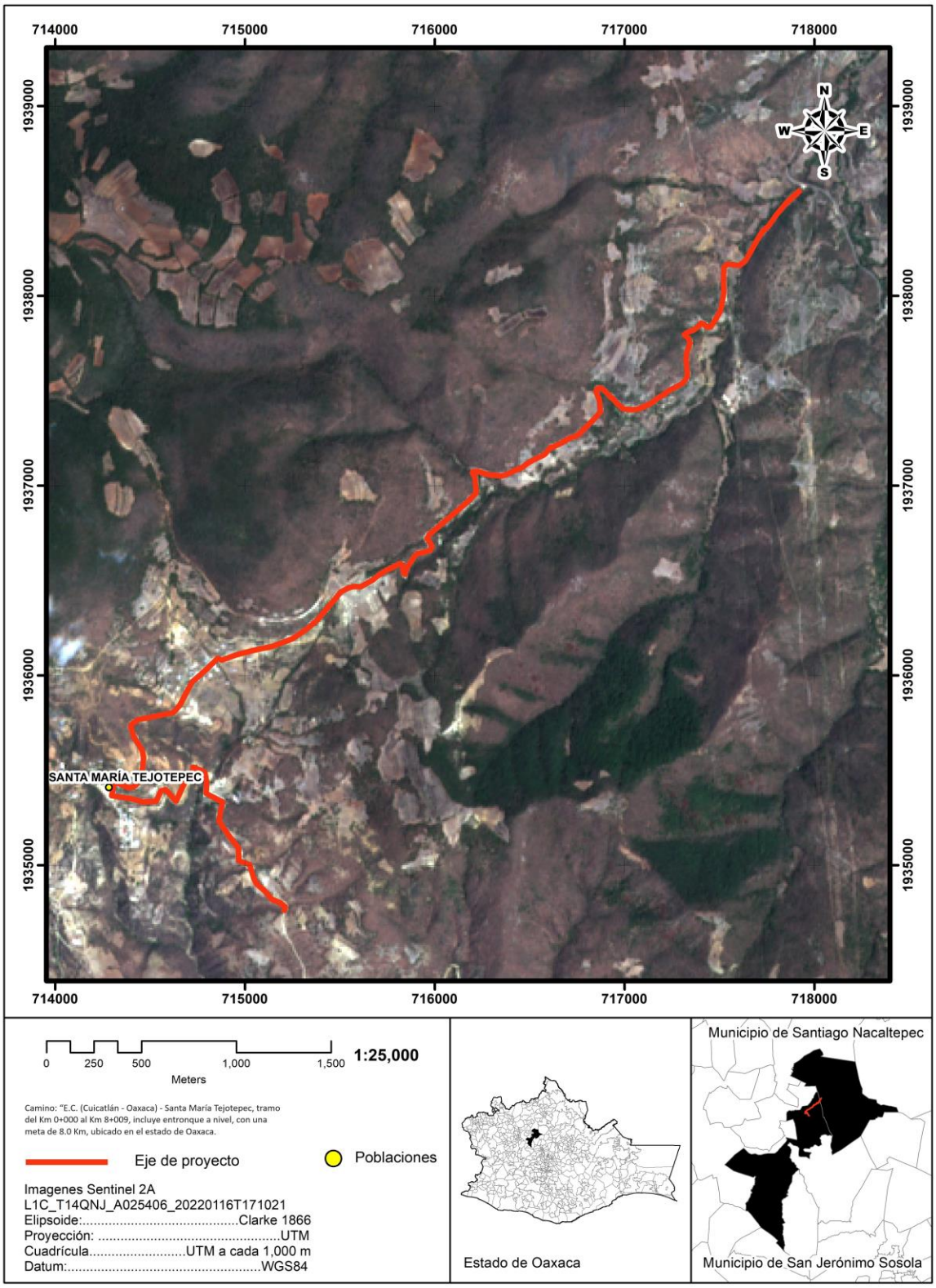
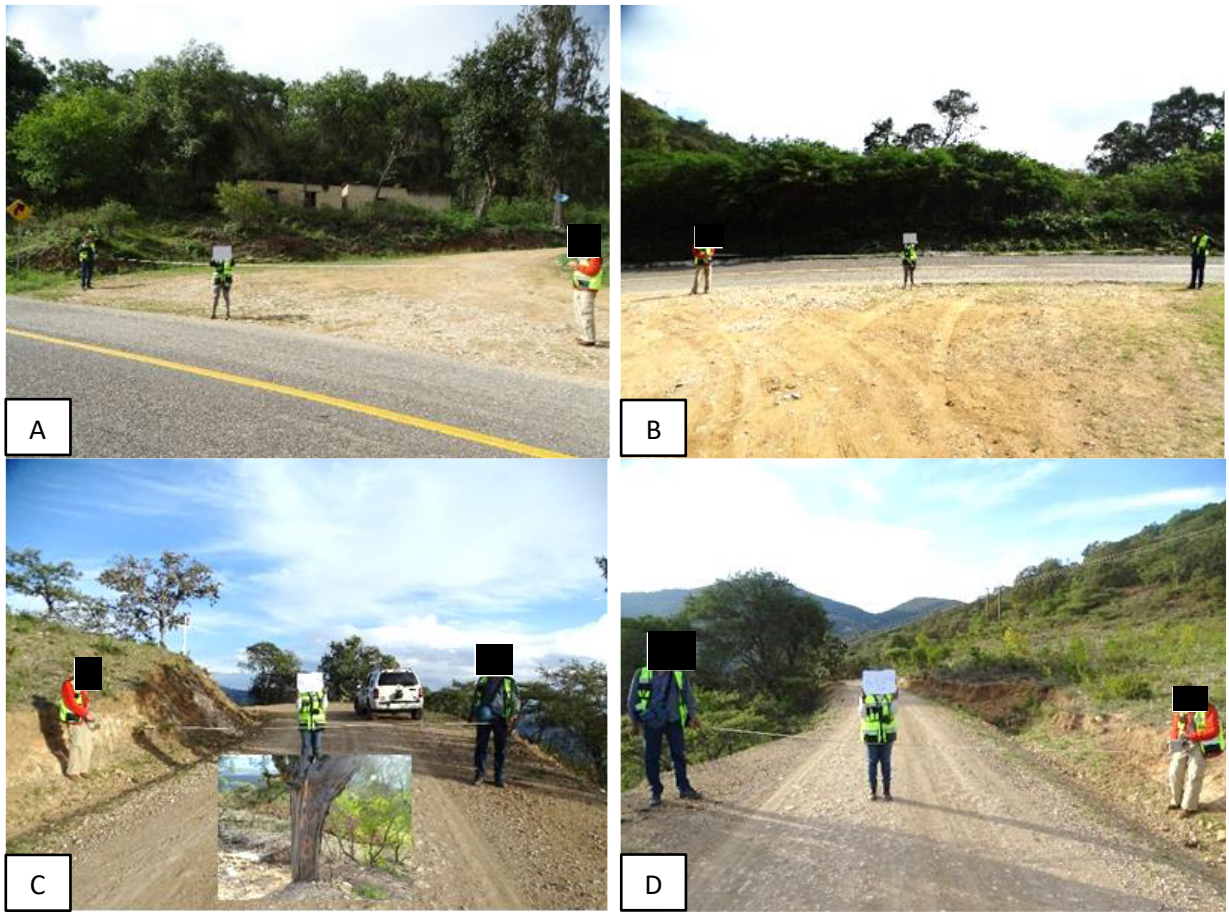


Figura 1. 2 Eje del proyecto.



Fotografía 1. 1 Acceso al proyecto



Fotografía 1. 2 inicio y fin del cadenamiento
A y B km 0+000, C Y D km 8+009

Geográficamente el trazo se ubica en las siguientes coordenadas UTM, Tabla 2:

Tabla 1. 2 Coordenadas extremas UTM del proyecto, Datum WGS84, Zona 14 N

COORDENADAS EJE PRINCIPAL (0+000.00 - 8+009.00)		
ESTACIÓN	X	Y
0+000.00	717,956.49	1,938,574.36
8+009.00	715,337.80	1,934,329.01
COORDENADAS ENTRONQUE		
165+900.00	717,911.19	1,938,781.05
166+400.00	718,121.35	1,938451.08

I.1.3. Duración del Proyecto

La ejecución de los trámites, licitación, asignación de fondos, preparación del sitio y la construcción del proyecto demandaran un periodo de 6 años, considerando lo siguiente:

- **Etapa previa**: Este proceso hace referencia a la aprobación y asignación de recursos económicos para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Además, implica la realización de trámites y procedimientos de licitación. En términos de duración, se estima que este proceso puede tomar aproximadamente de 1 a 5 años.
- **Etapa de preparación del sitio**: Este conjunto de actividades abarca la llegada de personal y maquinaria al sitio del proyecto, la instalación de estructuras provisionales necesarias, la remoción de vegetación y capa superficial del suelo (desmonte y despalme) y las medidas de prevención de impacto ambiental resaltando el rescate de flora y fauna silvestre.
- **Etapa de construcción**: Corresponde al Programa de Ejecución de los trabajos, incluye la preparación del sitio como es la limpieza del terreno natural, el desmonte y despalme para dar paso a las actividades constructivas como son: terraplenes, estructuras del pavimento, drenaje menor (losas), drenaje superficial (cunetas), carpeta asfáltica, cercado del derecho de vía, pintura y señalamiento, por lo que se estima un tiempo requerido de 7 meses.
- **Etapa de Operación y Mantenimiento**: Se considera que recibirá el mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo con las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) aplicables en la materia, para que durante toda su vida útil se encuentre en las mejores condiciones de operación. Se estima una operación de 25 a 30 años con su mantenimiento rutinario.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Dirección General del Centro SCT Oaxaca

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SCT051121IB4

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El representante es el Ing. José Luis Chida Pardo, en su carácter de Director General del Centro SCT Oaxaca.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Para los efectos de tránsito de información se tiene como domicilio el ubicado en Carretera Cristóbal Colón km 6.5 Tramo Oaxaca – Tehuantepec, Col. Del Bosque C.P. 68100, Oaxaca, Oaxaca.

I.3. RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

I.3.1 Nombre o razón social

LOPESA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

LCO100215TK7

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Biol. Sindi Paola Vázquez Navarrete, cédula profesional **4857154**, [redacted].

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted].

“E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca.”

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

Contenido

Contenido 9

II.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 11

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 11

II.1.1 Naturaleza del Proyecto 11

II.1.2 Justificación 12

II.1.2.1 Antecedentes 13

II.1.2.2 Objetivos 15

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 15

II.1.3.1 Selección de ruta. 15

II.1.4 Descripción del camino actual 20

II.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 26

II.2.1 Dimensiones del proyecto 26

II.2.2 Inversión Requerida 31

II.2.3 Obras provisionales 32

II.2.4. Obras complementarias. 38

II.2.7. Programa general de trabajo 59

II.2.8. Preparación del sitio. 60

II.2.9. Etapa de construcción 61

II.2.10. Abandono del sitio al finalizar la construcción. 63

II.2.11. Personal e insumos. 63

II.3 Residuos 68

II.3.1. Identificación y clasificación de los residuos. 68

II.3.2. Residuos sólidos urbanos. 68

II.3.3. Residuos de tratamiento especial. 70

II.3.4. Residuos Peligrosos. 71

II.3.5. Instalaciones para el manejo de residuos. 72

II.3.6. Manejo y disposición de residuos no peligrosos. 73

II.3.7. Manejo y disposición de residuos peligrosos. 74

Tabla 2. 1 Tipos de carreteras *14*
Tabla 2. 2 Coordenadas Métricas del trazo del proyecto *19*
Tabla 2. 3 Resumen de valores del análisis de tránsito *26*
Tabla 2. 4 Espesores del proyecto *27*
Tabla 2. 5 Características del camino actual y especificaciones del proyecto. *27*

Tabla 2. 6 Ancho y superficie de Línea de Ceros. *27*
Tabla 2. 7 Resumen del ancho y superficie de Línea de Ceros *28*
Tabla 2. 8 Superficies del proyecto *28*
Tabla 2. 9 Superficie de afectación y uso de suelo y vegetación *29*
Tabla 2. 10 Inversión requerida. *32*
Tabla 2. 11 Obras provisionales del proyecto *33*
Tabla 2. 12 Obras de drenaje *40*
Tabla 2. 13 Programa general de trabajo *59*
Tabla 2. 14 Volúmenes de corte *61*
Tabla 2. 15 Espesores del proyecto *63*
Tabla 2. 16 Requerimiento de personal para la realización del proyecto. *63*
Tabla 2. 17 Consumo estimado de combustible *65*
Tabla 2. 18 Consumo estimado de agua *66*
Tabla 2. 19 Generación y recolección de residuos para el estado de Puebla. *70*
Tabla 2. 20 Estimado de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) *70*
Tabla 2. 21 Cifras de residuos peligrosos para el Estado de Oaxaca .2019. Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. *72*
Tabla 2. 22 Identificación de emisiones a la atmósfera. *75*

Figura 2. 1 Datos del proyecto. *11*
Figura 2. 2 Sección del proyecto, corte transversal en tangente. *12*
Figura 2. 3 Detalle Estructural. *12*
Figura 2. 4 Tabla extraída del proyecto ejecutivo. *15*
Figura 2. 5 Extracto Minuta, elección de propuesta *18*
Figura 2. 6 Propuesta Ubicación de patio de maquinaria y almacén *35*
Figura 2. 7 BANCO No. 1 "El Encino" para terracerías. *35*
Figura 2. 8 BANCO No. 2 "Pueblo Viejo" para terracerías. *36*
Figura 2. 9 BANCO No. 3 "Tierra Colorada" para terracerías. *36*
Figura 2. 10 BANCO No. 4 "Santiago Camotlán" pavimentos. *37*
Figura 2. 11 Cuneta *38*
Figura 2. 12 Bordillo *39*
Figura 2. 13 Lavadero *39*
Figura 2. 14 Sección tipo *63*
Figura 2. 19 Ejemplo de contenedores rotulados *73*
Figura 2. 20 Inventario Estatal de Emisiones, 2016 ..... *77*
Figura 2. 21 Inventario Estatal de GEI 2013. (Gg CO2eq/año) *78*

Fotografía 2. 1 Usuarios del camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec *13*
Fotografía 2. 2 Presentación del camino actual cada 500 m *25*
Fotografía 2. 3 Obras de drenaje *58*
Fotografía 2. 4 Ejemplo de almacén de residuos *74*

II.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto del camino denominado "E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km. 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km., ubicado en el estado de Oaxaca.", pretende las obras de construcción para el mejoramiento de un camino alimentador existente dentro de los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Necaltepec. Las características geométricas obedecen a una carretera Tipo "D", de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), con una velocidad de proyecto de 30 km/hr, una pendiente gobernadora de 8% y una pendiente máxima de 12%. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 40 metros, con un ancho de corona de 7.00 m, con un carril por sentido.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El presente proyecto contempla la modernización mediante trabajos de construcción en el camino de terracería existente denominado E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, en los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Necaltepec, en el Estado de Oaxaca. El mejoramiento del camino consiste en una serie de obras o actividades propias de la industria de la construcción; se enmarca dentro del sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y está a cargo de la Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte a través del Centro SCT Oaxaca, por lo que la presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la regulación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28 fracción I es una obra de infraestructura y se requiere de autorización en materia de impacto ambiental, en razón de ser una Vía General de Comunicación.

En las siguientes figuras se muestra los datos de proyecto y la sección tipo a construir.

DATOS DE PROYECTO			
CARRETERA TIPO	"D"	VELOCIDAD DE PROYECTO	30 km/h
CURVATURA MÂXIMA	60°	PENDIENTE GOBERNADORA	8
ANCHO DE CORONA	7.0 m	ANCHO DE CALZADA	6.0
ESPESOR DE PAVIMENTO	0.38 m	PENDIENTE MÂXIMA	12

Figura 2. 1 Datos del proyecto.

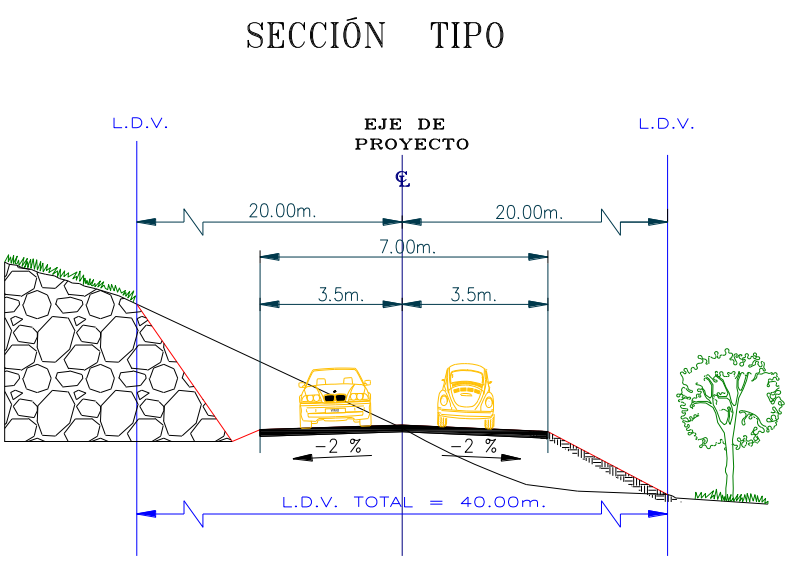


Figura 2. 2 Sección del proyecto, corte transversal en tangente.

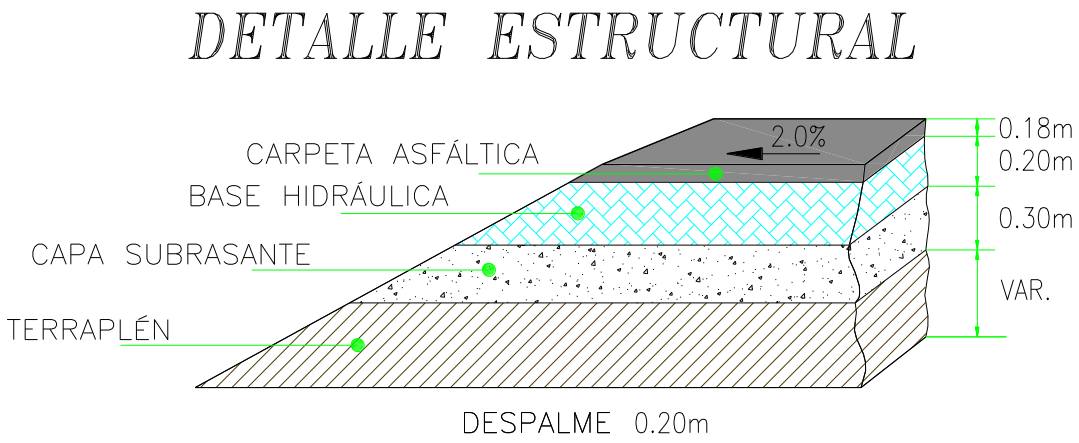


Figura 2. 3 Detalle Estructural.

II.1.2 Justificación

La modernización del camino alimentador, tiene como objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, la principal función del proyecto es ofrecer mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, abatir los gastos innecesarios y poco redituables del mantenimiento principalmente en época de lluvias, de esta forma los poblados que utilizan este camino (Santa María Tejotepec) obtendrán mejor calidad del transporte de bienes y servicios al permitirles acceder en menos tiempo y más seguro a las cabeceras municipales y a la carretera federal 135 D Oaxaca-Tehuacán/México para llegar a la capital del estado.

La modernización del camino existente representará una obra con beneficia directamente a pobladores de Santa María Tejotepec y La Ciénega, puesto que se trata de la única vía de acceso de éstas a la cabecera municipal, además es el camino que utilizan muchos usuarios para llegar a Noxchitlán y durante la época de lluvias en el camino se dificulta el tránsito por los encharcamientos.



Fotografía 2. 1 Usuarios del camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec

II.1.2.1 Antecedentes

La tipificación de carreteras permite identificar el tipo de vehículos permitidos para el tránsito, el proyecto pretende modernizar el camino con la pavimentación y así la carretera tendrá el tipo D mejorado.

La normativa mexicana de proyecto geométrico (Norma de Proyecto Geométrico) especifica las ampliaciones en curva requeridas para cada tipo de camino, velocidad de proyecto, grado y radio de curvatura, sin indicar el tipo de vehículo utilizado para su cálculo. Dichos valores se basan en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 2018. En el proyecto los elementos de una carretera o camino, deben tenerse en cuenta las características geométricas y de operación de los vehículos que la van a usar, las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro del vehículo. Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia del vehículo.

La siguiente es la descripción del tipo de carreteras de acuerdo al Apéndice para la clasificación de los Caminos y Puentes a que se refiere el artículo 6o. del Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal. Última reforma publicada DOF 15 de noviembre de 2006:

CARRETERA TIPO ET: Son aquellas que forman parte de los ejes de transporte que establezca la Secretaría, cuyas características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los

vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría, y que su tránsito se confine a este tipo de caminos.

CARRETERA TIPO A: Son aquellas que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y peso sólo se permitan en las carreteras tipo ET.

CARRETERA TIPO B: Son aquellas que conforman la red primaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales prestan un servicio de comunicación interestatal, además de vincular el tránsito.

CARRETERA TIPO C: Red secundaria; son carreteras que atendiendo a sus características prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.

CARRETERA TIPO D: Red alimentadora, son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

De acuerdo a las definiciones anteriores y atendiendo a sus Características Geométricas, se tipifican en:

Tabla 2. 1 Tipos de carreteras

TIPO DE CARRETERA	NOMENCLATURA	AFORO
Carretera de cuatro carriles Eje de transporte	ET4	+ 4000 vehículos
Carretera de dos carriles, Eje de transporte	ET2	+ 4000 vehículos
Carretera de cuatro carriles	A4	+ 4000 vehículos
Carretera de dos carriles	A2	2000 – 4000 vehículos
Carretera de cuatro carriles, red primaria	B4	2000 – 4000 vehículos
Carretera de dos carriles, red primaria	B2	2000 – 4000 vehículos
Carretera de dos carriles, red secundaria	C	1000 –2000 vehículos
Carretera de dos carriles, red alimentadora	D	Menor a 1000 vehículos

El trazo **NO** atraviesa ninguna área que afecten ecosistemas costeros, áreas naturales protegidas de competencia de la federación, humedales, manglares lagunas, ríos perennes, lagos esteros conectados con el mar.

Así tenemos que **el camino existente es tipo D y la modernización será para convertirlo en un tipo D mejorado**, así como lo indica la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-SCT-2-2017, sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, sustentando con el Estudio de Transito el cual indica que en el camino de estudio da un TDPA de 434 vehículos.

AFORO VEHICULAR

CARRETERA: E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec
TRAMO: Del km. 0+000 al km. 8+000
DEL KM: 0+000 AL KM: 8+000

TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULOS CANTIDAD	%
A2 Automovil	401	92.40%
A'2 Camion ligero, hasta 3 ton		
B2 Autobus de dos ejes	2	0.40%
B3 Autobus de tres ejes		
B4 Autobus de cuatro ejes		
C2 Camion de dos ejes	23	5.40%
C3 Camion de tres ejes	3	0.70%
C4		
T2-S1		
T2-S2		
T3-S2	2	0.50%
SUMA	431	99.40%

TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULOS CANTIDAD	%
T3-S3	-	0.10%
C2-R2		
C3-R2		
C3-R3		
T2-S1-R2		
T2-S2-R2		
T3-S1-R2		
T3-S2-S2		
T3-S2-R3		
T3-S2-R4	3	0.50%
SUMA	3	0.60%

SUMA TOTAL 434 100%

Figura 2. 4 Tabla extraída del proyecto ejecutivo.

II.1.2.2 Objetivos

Los objetivos para la realización del presente proyecto son:

- Facilitar el desplazamiento de personas de las comunidades Santa María Tejotepec y La Ciénega y otros usuarios que viajan a Noxchitlán, Oaxaca.
- Incrementar el número de caminos rurales modernizados.

La infraestructura carretera siempre se ha considerado una variable que detona el desarrollo y crecimiento de poblaciones aisladas y con deficiencia en su calidad de vida. Es importante reconocer que los caminos modernizados mejoran diversos factores dentro de las poblaciones.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

II.1.3.1 Selección de ruta.

Por ruta se define a la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es técnica, económica, social y ambientalmente factible localizar un camino. Es la etapa más importante del proyecto de una carretera, ya que de la ruta seleccionada dependen los costos (construcción, operación y conservación) y los beneficios (economía, seguridad, rapidez, entre otras) que se van a obtener en las etapas posteriores.

Es importante señalar que el proyecto toma la superficie que ocupa el camino actual con ampliación a los lados de la superficie de rodamiento existente para la línea de ceros y rectificación en algunos cadenamientos para la suavidad de la curva y que se especifican en párrafos posteriores. No se requiere la apertura de nuevos caminos para el acceso, también la actividad antropogénica sobre el camino es evidente, se observan potreros y parcelas, lo que propicia a disminuir los impactos que

pudiera generar el proyecto. Las actividades socioeconómicas interactúan directamente en la zona y por la constante movilización de personas produce el ahuyentamiento intermitente de la fauna y la

Actualmente es un camino con tránsito de vehículos particulares y de carga, por lo tanto, la necesidad de mejorarse a un camino tipo D mejorado, aprovechando el ancho de la superficie de rodamiento actual, sin generar mayor afectación a los predios colindantes, toda vez que de las 4 propuestas realizadas:

- Propuesta 1: corresponde a un camino tipo "D" mejorado para 30 km/hr; con el cual se trata de aprovechar la plantilla existente y tener la menor afectación posible, el grado máximo de curvatura utilizado es de 60°, existe corrección de curvas horizontales en las estaciones del km 0+600, km 0+940, km 0+980, km 1+080, km 1+120, km2+880, km 3+120, km 3+580, km 3+680, km 4+800, km 4+860, km 6+380, km 6+600, km 6+640, km 7+240, km 7+360, km 7+520; las condiciones topográficas corresponden a un terreno tipo montañoso, el ancho de la corona y calzada es de 7.00 mts.

  Este camino existe dos tramos de zona semi-urbana comprendidas del km 4+700 al km 5+200 y del km 5+560 al km 6+100, dentro de este último tenemos un punto de inflexión sin curva obligado para seguir la geometría delimitada por paramentos existentes.

  En Cuanto al alineamiento vertical las condiciones topográficas corresponden a un terreno tipo montañoso con una pendiente ascendente en promedio del 9% en el tramo del km 0+000 al km 4+040 y una pendiente descendente promedio del 7% en el tramo del km 4+040 al km 8+108; la pendiente máxima para este tipo de camino es del 12% con una longitud crítica en tangente de 120 mts; y pendiente gobernadora del 8% la cual cumple con la norma, sin embargo en el tramo comprendido del km 5+750 al km 5+910 se usó una pendiente máxima del 19% obligada por zona urbana.
- Propuesta 2 Corresponde a un camino tipo "d" para 40 km/hr; el grado máximo de curvatura utilizado es de 30°, de igual forma se trata de aprovechar la plantilla actual, existen corrección de curvas horizontales en las estaciones km 0+640, km 0+960, km 1+100, km 1+160, km 1+920, km 2+840, km 3+320, km 3+360, km 3+440, km 3+520, km 3+600, km 3+780, km 4+680, km 5+480, km 5+520, km 6+060, km 6+120, km 6+200, km 6+400, km 6+480, km 6+560, km 6+740, km 6+800, km 7+020, 7+080 y km 7+360, estas correcciones generan afectaciones en predios cercanos, por ello se debe considera la adquisición de derecho de vía.

  En este camino existen dos tramos de zona semi-urbana comprendidas del km 4+560 al km 5+060 y del km 5+440 al km 5+960, dentro de este último se proyectaron varios puntos de inflexión sin curva obligados para seguir la geometría delimitada por paramentos existentes.

  Respecto al alineamiento vertical esta propuesta corresponde a un camino tipo "D" mejorado para 40 km/hr; las condiciones topográficas corresponden a un terreno tipo montañoso con una pendiente ascendente en promedio del 8% en el tramo del km 0+000 al km 3+950 y una pendiente descendente promedio de 7% en el tramo del km 3+950 al km 7+840.28; la pendiente máxima para este tipo de camino del 12% con una longitud critica en tangente de 120 mts; y pendiente gobernadora del 8% la cual cumple con la norma, sin embargo en el tramo comprendido del km 5+400 al km 5+910 se usaron pendientes del 16% y 19% obligadas por zona urbana, ese mismo tramo actualmente se cuenta con un empedrado.
- Propuesta 3 con la finalidad de mejorar el trazo se propone un camino tipo "c" para 40 km/hr; este tipo de camino aumenta sustancialmente la seguridad y operatividad del tramo ya que se eliminan curvas horizontales dando mejores condiciones para el tránsito. El grado de curvatura

máximo permitido es de 30°, con un ancho de corona y calzada de 7.00 mts. En este camino hay corrección de curvas en las estaciones del km 0+300, km 0+700, km 0+960, km 1+000, km 1+100, km 1+140, km 1+600, km 1+700, km 1+900, km 2+080, km 2+200, km 2+360, km 2+640, km 2+820, km 2+900, km 3+000, km 3+300, km 3+340, km 3+400, km 3+480, km 3+540, km 3+700, km 4+640, km 5+240, km 5+420, km 5+480, km 6+570, 6+640, km 6+700, km 6+920, km 6+980, km 7+260, km 7+340 y km 7+660, dichas correcciones generan afectaciones a predios colindantes por tal se debe considerar la adquisición de nuevo derecho de vía.

En este camino existen dos tramos de zona semi-urbana comprendidas del km 4+540 al km 4+900 y del km 5+400 al km 5+900, dentro de este último se proyectaron varios puntos de inflexión sin curva obligados para seguir la geometría delimitada por parámetros existentes.

En cuanto a la propuesta de alineamiento vertical corresponde conforme la norma para un camino "C" para 40 km/hr se usó una pendiente máxima del 8% y gobernadora del 6% con una longitud crítica en tangente de 220 mts., este criterio da como resultado terraplenes superiores a los 15 mts en tramos aislados, además de cortes de hasta 20 mts. De altura. En la zona urbana comprendida entre el km 5+440 y el km 5+800 se usaron pendientes del 15% y 18% obligadas. Debido a las pendientes se descarta esta propuesta.

Como se puede notar tanto la propuesta 2 como la propuesta 3 contienen una mayor corrección de curvas horizontales y mayor afectación en comparación con la propuesta 1

- Propuesta 4 en esta propuesta consiste en conservar en alineamiento horizontal de un camino tipo "D" (propuesta 1) pero modificando el alineamiento vertical a pendientes obligadas de tal manera de aprovechar al máximo la plantilla existente minimizando al mínimo los terraplenes y los cortes, Esta propuesta se caracteriza por realizar un mínimo de cortes y un mínimo de terraplenes realizando solo unas pequeñas correcciones verticales en donde los cortes no superan los 4 m del km 3+540 al km 3+720, esta propuesta con menor costo de construcción por lo antes mencionado.

Se eligió la propuesta 4 por ser la que presenta menos afectaciones (Anexo IX. Minutas del Proyecto Ejecutivo).

COMUNICACIONES

DIBE losning VINIGA

5+565.11	714449.6862,1935506.41	DER 17°0	TUBO LAMINA 0.90
6+501.52	714733.5518,1935528.569	IZQ 31°0	TUBO LAMINA 0.90
6+816.21	714897.9516,1935320.23	RADIAL	TUBO LAMINA 0.90
7+125.24	714977.8876,1935058.207	NORMAL	TUBO LAMINA 0.90
7+210.98	715020.0532,1934991.472	IZQ 23°0	TUBO LAMINA 0.90
7+523.90	715220.4181,1934779.804	IZQ 21°0	TUBO DE LAMINA 120
7+718.01	715234.8636,1934598.835	NORMAL	TUBO LAMINA 0.90
7+805.67	715275.0662,1934520.929	RADIAL	TUBO LAMINA 0.90
7+880.25	715307.1148,1934453.715	NORMAL	TUBO LAMINA 0.90

CONCLUSIÓN:

De acuerdo con la información proporcionada, así como los planos del anteproyecto(s) se considera la **Propuesta 4** como la más viable, debido a que se mejora sustancialmente la geometría del camino actual, además de tomar en cuenta sus características topográficas y geotécnicas del sitio se minimizan significativamente los cortes en taludes y la formación de terraplenes.

Cabe mencionar que en este tramo no está liberado el derecho de vía por lo que al tener menos cortes y terraplenes resulta una menor afectación.

Por lo tanto y de común acuerdo se define que éste camino será definido por la Propuesta número 4 con las características de un camino tipo "D" con un ancho de calzada y de corona de 7 m con pendientes obligadas por zona urbana.

Sin otro asunto que tratar, se da por terminada la reunión en Santa Lucía del Camino, Oaxaca siendo las 11:00 am del día lunes 20 de junio de 2022 firmando de conformidad la presente minuta los que en ella intervienen.

Por parte de "LA DEPENDENCIA".

C. Artemio Valdez Cuervo
Residente de Obra Putla del Centro S.I.C.T. Oaxaca

Por parte de "EL CONTRATISTA"

Ing. Benigno Jacinto Ortigoza
Proyectista
VINIGA, CONSULTORÍA Y SERVICIOS DIVERSOS, S.A. DE C.V., SERVICIOS DE CONSULTORÍA INTEGRAL PARA INGENIERÍA Y COMERCIO EXTERIOR, S.A. DE C.V. Y DIBE INGENIERÍA & ARQUITECTURA, S.A. DE C.V.

Figura 2. 5 Extracto Minuta, elección de propuesta

Cualquier nuevo proyecto constructivo en la región donde sobresalen topoformas de lomeríos y de sierra con vegetación conservada y secundaria genera impactos negativos al medio ambiente por lo que se exige a este proyecto cumplir con medidas de mitigación acorde a las Normas Oficiales Ambientales aplicables y que se desarrollan en capítulos posteriores.

El tramo a construir se ubica geográficamente en el estado de Oaxaca, en los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Necaltepec, en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 2. 2 Coordenadas Métricas del trazo del proyecto

COORDENADAS EJE PRINCIPAL (km 0+000– km 8+009)			
PUNTO	**ESTACIÓN**	**X**	**Y**
1	0+000.00	717,956.49	1,938,574.36
11	0+200.00	717,817.02	1,938,433.24
21	0+400.00	717,695.41	1,938,274.73
31	0+600.00	717,552.24	1,938,149.11
41	0+800.00	717,517.22	1,937,959.38
51	1+000.00	717,382.95	1,937,828.38
61	1+200.00	717,333.19	1,937,658.66
71	1+400.00	717,244.37	1,937,504.62
81	1+600.00	717,074.28	1,937,405.17
91	1+800.00	716,911.93	1,937,488.73
101	2+000.00	716,871.56	1,937,398.24
111	2+200.00	716,735.66	1,937,256.11
121	2+400.00	716,563.70	1,937,158.80
131	2+600.00	716,389.04	1,937,061.76
141	2+800.00	716,202.34	1,937,069.90
151	3+000.00	716,144.16	1,936,900.56
161	3+200.00	715,993.90	1,936,768.57
171	3+400.00	715,913.09	1,936,648.29
181	3+600.00	715,773.14	1,936,585.47
191	3+800.00	715,606.46	1,936,475.62
201	4+000.00	715,447.35	1,936,372.86
211	4+200.00	715,310.45	1,936,228.17
221	4+400.00	715,127.78	1,936,147.08
231	4+600.00	714,935.13	1,936,096.20
241	4+800.00	714,773.29	1,936,008.14
251	5+000.00	714,656.21	1,935,851.04
261	5+200.00	714,482.04	1,935,770.80
271	5+400.00	714,424.20	1,935,652.84
281	5+600.00	714,451.15	1,935,471.57
291	5+800.00	714,304.01	1,935,412.01
301	6+000.00	714,435.11	1,935,333.36
311	6+200.00	714,587.53	1,935,395.29
321	6+400.00	714,685.16	1,935,443.80
331	6+600.00	714,806.76	1,935,465.96
341	6+800.00	714,895.78	1,935,336.03
351	7+000.00	714,902.11	1,935,155.24
361	7+200.00	715,010.18	1,934,996.55
371	7+400.00	715,117.73	1,934,845.32
381	7+600.00	715,197.89	1,934,707.86
391	7+800.00	715,272.42	1,934,525.97
401	8+000.00	715,335.12	1,934,337.61
402	8+009.00	715,337.80	1,934,329.01

COORDENADAS EJE ENTRONQUE (km 165+900 - km 166+400)			
PUNTO	**ESTACIÓN**	**X**	**Y**
403	165+900.00	717,911.19	1,938,781.05
408	166+000.00	717,859.81	1,938,695.27
418	166+200.00	717,973.70	1,938,572.97
428	166+400.00	718,121.35	1,938,451.08

Proyección UTM, Datum WGS84, 12 N

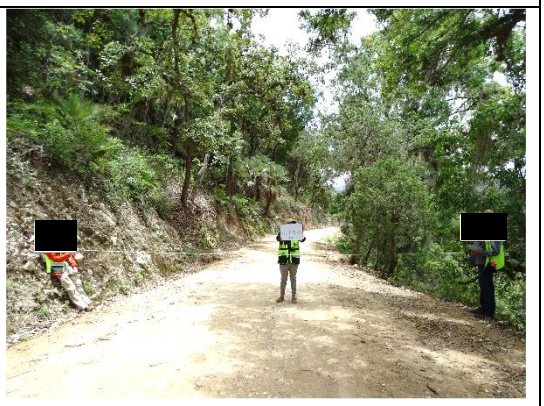
Las coordenadas UTM del cadenamiento cada 20 m se presentan en el apartado VIII.3.1

II.1.4 Descripción del camino actual

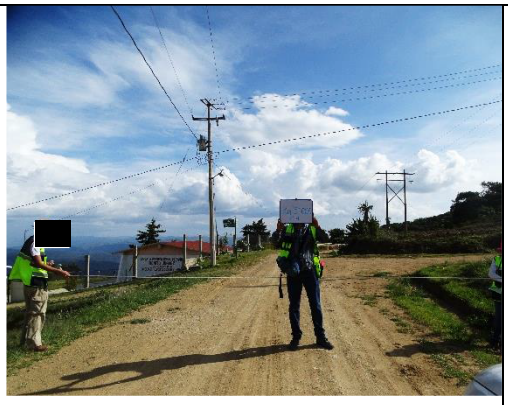
El camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tiene una longitud de 8 kilómetros y un ancho de corona promedio de 5 a 6 metros, es un camino en operación, en algunos tramos se encuentra en mal estado provocado por la falta de obras de drenaje y afinamiento del camino, mientras que el camino es peligroso para realizar maniobras de rebase por las curvas pronunciadas.

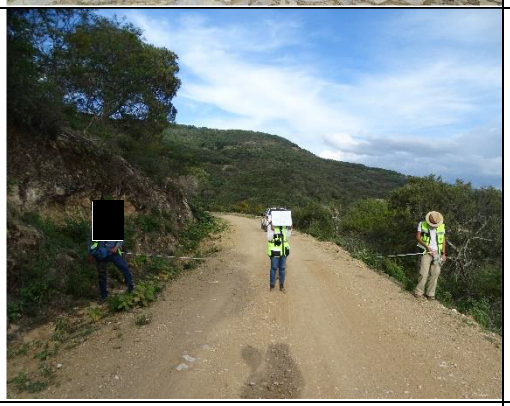
<table>
<tr><td>Km 0+000</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Cadenamiento
Km 0+000

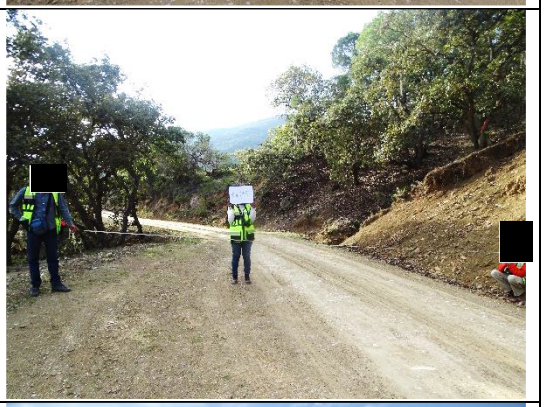
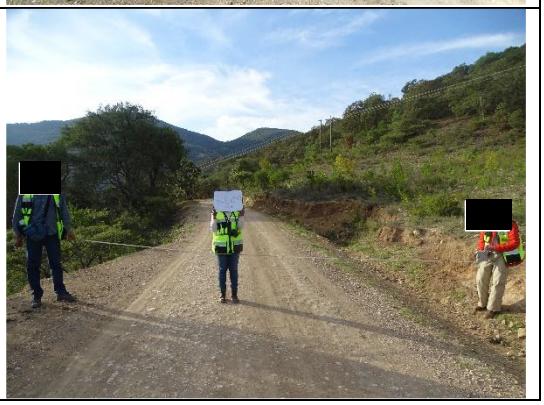
Ancho camino: 14 m</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cadenamiento
Km 0+500</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Ancho camino: 5.5 m		
Cadenamiento Km 1+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 1+500 Ancho camino: 7.0 m		
Cadenamiento Km 2+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 2+500		

Ancho camino: 5.5 m		
Cadenamiento Km 3+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 3+500 Ancho camino: 5.8 m		
Cadenamiento Km 4+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 4+440		

Ancho camino: 7.0 m		
Cadenamiento Km 4+500 Ancho camino: 7.0 m		
		
Cadenamiento Km 5+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 5+500		

Ancho camino: 7.0 m		
Cadenamiento Km 5+660 Ancho camino: 4.5 m		
Cadenamiento Km 5+853 Ancho camino: 4.0 m		
Cadenamiento Km 6+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 6+500		

Ancho camino: 7.0 m		
Cadenamiento Km 7+000 Ancho camino: 6.0 m		
Cadenamiento Km 7+500 Ancho camino: 7.0 m		
Cadenamiento Km 8+000		

Fotografía 2. 2 Presentación del camino actual cada 500 m

II.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.2.1 Dimensiones del proyecto

Con el mejoramiento geométrica al camino E.C. (Cuicatlan – Oaxaca) – Santa María Tejotepec, del km. 0+000 al km. 8+009, se tendrá un ancho de corona de 7.00 metros, la pendiente máxima será de 12 %, la pendiente gobernadora será de 8%, la curvatura máxima es de 60°, la capacidad operativa será de 300 a 700 vehículos diarios, aunque se espera un flujo o transito promedio de 434 (ambos sentidos) vehículos diarios de tipo en la siguiente tabla se presentan los tránsitos diarios que puede soportar la vialidad:

Tabla 2. 3 Resumen de valores del análisis de tránsito

TIPO DE VEHICULOS	NUMERO DE VEHICULOS CARGADOS	% DE VEHICULOS CARGADOS	NUMERO DE VEHICULOS VACIOS	% DE VEHICULOS VACIOS	TDPA TOTAL
A2	401	100%	0	0%	401
B2	2	80%	0	20%	2
B3					
C2	18	80%	5	20%	23
C3	2	80%	1	20%	3
C4					
T2-S1					
T2-S2					
T3-S2	2	80%	0	20%	2
T3-S3	0	80%	0	20%	0
T2-S1-R2					
T2-S2-R2					
T3-S1-R2					
T3-S2-R2					
T3-S2-R3					
T3-S2-R4	2	80%	1	20%	3
TOTAL	**427**	**98%**	**7**	**2%**	**434**

TOTAL DE VEHICULOS CARGADOS = **427 VPD**
% TOTAL DE VEHICULOS CARGADOS = **98%**

TOTAL DE VEHICULOS VACIOS = **7 PVD**
% TOTAL DE VEHICULOS CARGADOS = **2%**

TASA DE CRECIMIENTO = **0.60% % ANUAL**

Los siguientes son los espesores de proyecto:

Tabla 2. 4 Espesores del proyecto

Capa	Espesor
Carpeta CH	18.0 cm
Base hidráulica	20.0 cm
Subrasante	30.0 cm

La siguiente tabla compara las dimensiones y especificaciones del proyecto y del camino actual:

Tabla 2. 5 Características del camino actual y especificaciones del proyecto.

ESPECIFICACIONES	ACTUAL	PROYECTO
Camino Tipo	D	D mejorado
Longitud Total del Proyecto (m)	8,009	8,009
Ancho de Derecho de Vía (m)	40	40
Ancho de Corona (m)		7.00
Ancho de Calzada (m)		7.00
Línea de ceros (m)	-	12.08 promedio
Número y Ancho de Carriles (m)	-	2 de 3.50 m c/u
Número y Ancho de Acotamiento (m)	-	-
Ancho de obras complementarias	-	1-2 m
Velocidad del proyecto	30 KPH	30 KPH
TDPA** (Diario promedio anual)		300 a 700
Espesor de carpeta concreto hidráulico	-	18 cm

En la siguiente tabla se encuentra el ancho de la línea de ceros requerida por el proyecto para que el camino construido pueda cumplir con las especificaciones requeridas por la SICT y el ancho del camino actual, elaborada por los ingenieros proyectistas.

Tabla 2. 6 Ancho y superficie de Línea de Ceros.

Estación	L. izq	L. der	Suma	L1+L2	D/2	Área	Área acumulada m^2
0+000.00	5.82	5.03	10.85				
1+000.00	4.59	6.33	10.92	24.39	10	243.9	11,866.70
2+000.00	4.5	6.81	11.31	22.76	10	227.6	24,760.20
3+000.00	6.04	6.44	12.48	25.26	10	252.6	37,166.70
4+000.00	5.38	4.24	9.62	19.71	10	197.1	49,678.90
5+000.00	4.53	5.89	10.42	20.28	10	202.8	61,026.70
6+000.00	4.88	7.17	12.05	23.09	10	230.9	71,704.20
7+000.00	5.95	5.61	11.56	22.4	10	224	84,232.90
8+000.00	4.08	12.17	16.25	31.63	10	316.3	96,715.60
8+009.00	5.15	5.31	10.46	26.71	4.5	120.2	96,835.80
Entronque							
Estación	L. izq	L. der	Suma	L1+L2	D/2	Área	Área acumulada m^2
165+960.00	4.7	5.14	9.84	18.27	10	182.7	563.7
166+000.00	7.34	6.98	14.32	27.45	3.02	82.9	970.32
166+100.00	13.19	6.55	19.74	37.79	10	377.9	2,538.32

166+200.00	10.87	5	15.87	39.37	9.01	354.92	4,514.56
166+300.00	6.69	7.29	13.98	29.41	10	294.1	6,272.41
166+400.00	4.7	4.21	8.91	17.51	2.62	45.79	7,236.90

Fuente: Proyecto ejecutivo

En el apartado VIII.9 se presenta la tabla completa de línea de ceros del proyecto.

En resumen:

Tabla 2. 7 Resumen del ancho y superficie de Línea de Ceros

Eje		
DISTANCIA	**ESTACIÓN**	**METROS**
Min	5+680	3.87
Max	1+060	22.74
Promedio	12.08 m	
Superficie	96,835.80 m^2	
Entronque		
DISTANCIA	**ESTACIÓN**	**METROS**
Min	165+940	8.43
Max	166+120	25.32
Promedio	14.77 m	
Superficie	7,236.90 m^2	

El promedio de línea de ceros del proyecto es de 12.08 m. Es importante mencionar que la mayoría de los trabajos se realizaran para obtener dos carriles de 3.50 m. Este mejoramiento del camino existente se obtiene mediante ampliación del ancho de la superficie de rodamiento actual, suavizar las curvas, la construcción de obras de drenaje y pavimentación del camino.

En la siguiente tabla se desglosan y describen las áreas concernientes al proyecto:

Tabla 2. 8 Superficies del proyecto

Concepto	Descripción	Cálculo	Superficie
Área de influencia directa	Superficie del derecho de vía (DV)	Longitud X DV (8,009 m)(40m)	320,360 m^2 32 Ha
Superficie de corona actual	Superficie que actualmente ocupa el camino	Superficie del camino actual que formará parte de los trabajos de construcción	48,000 m^2 4.8 Ha
Área de afectación	Superficie proyectada, correspondiente al ancho de línea de ceros **SLC** del proyecto	Tabla 2.6	104,072.70 m^2 10.41 Ha
	Superficie faltante, correspondiente a la Superficie línea de ceros del proyecto menos la Superficie de corona actual	104,072.70 m^2- 48,000 m^2 10.41 Ha – 4,8 Ha	56,072.70 m^2 5.61 Ha
	Área CUSTF, cambio de uso de suelo en terrenos forestales		23,097.29 m^2 2.30 Ha

La superficie requerida por el proyecto por la construcción corresponde a mejorar las condiciones de operación y seguridad de esta vía de comunicación, así tenemos que el total del área de la línea de ceros del proyecto es de 104,072.70 m^2, de los cuales el camino actual representa una superficie de 48,000 m^2, por lo tanto, se afectará 56,072.70 m^2 de superficie nueva aledaña al camino existente, y de esta superficie afectada, 23,097.29 m^2 corresponde a Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino., es decir, es la superficie que requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El uso de suelo y vegetación de la superficie afectada se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. 9 Superficie de afectación y uso de suelo y vegetación

Uso de suelo y vegetación				Superficie de afectación m^2
Cadenamiento	**Lado derecho**	**Cadenamiento**	**Lado Izquierdo**	
km 0+000-km 0+300	Vegetación ruderal y arvense	km 0+000-km 0+170	Vegetación ruderal y arvense	**56,072.70 m^2**
km 0+300-km 0+350	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 0+170-km 0+290	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 0+350-km 0+380	Vegetación ruderal arvense	km 0+290-km 0+330	Vegetación ruderal y arvense	
km 0+380-km 0+450	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 0+330-km 0+530	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 0+450-km 0+470	Pastizal inducido	km 0+550-km 0+620	Pastizal inducido	
km 0+470-km 0+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 0+620-km 1+030	Vegetación ruderal arvense.	
km 0+510-km 0+620	Pastizal inducido	km 1+030-km 1+080	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 0+620-km 0+900	Vegetación ruderal y arvense			
km 0+900-km 0+940	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 1+080- km 1+170	Vegetación ruderal y arvense	
km 0+940-km 1+080	Vegetación ruderal y arvense	km 1+170- km 1+270	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 1+080-km 1+130	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 1+270- km 1+500	Cercos vivos	
km 1+130- km 1+430	Vegetación ruderal y arvense	km 1+500-km 2+040	Vegetación ruderal y arvense	
km 1+430-km 1+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
km 1+510-km 1+780	Vegetación ruderal y arvense	km 2+040-km 2+100	Potreros	
km 1+780-km 1+910	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 2+100- km 2+230	Vegetación ruderal y arvense	
km 1+910-km 2+100	Potreros			

km 2+100-km 2+160	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
km 2+160-km 2+260	Vegetación ruderal y arvense	km 2+230-km 2+640	Potreros	
km 2+260-km 2+400	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 2+640- km 3+120	Vegetación ruderal y arvense	
km 2+400-km 2+540	Potreros	km 3+120-km 3+300	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 2+540-km 2+780	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 3+300- km 3+330	Vegetación ruderal y arvense	
km 2+780- km 2+810	Vegetación ruderal y arvense	km 3+330-km 3+370	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 2+810-km 3+250	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 3+370-km 3+470	Vegetación ruderal arvense	
km 3+250- km 3+290	Vegetación ruderal y arvense	km 3+470- km 3+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 3+290-km 3+330	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 3+510-km 3+530	Vegetación ruderal y arvense	
km 3+330-km 3+400	Vegetación ruderal y arvense	km 3+530- km 3+570	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 3+400- km 3+460	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 3+570-km 3+680	Vegetación ruderal y arvense	
km 3+460-km3+570	Vegetación ruderal y arvense	km 3+680- km 3+990	Potreros	
km 3+570-km 3+750	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 3+990-km 4+440	Vegetación ruderal y arvense	
km 3+750-km 4+020	Vegetación ruderal arvense.			
km 4+020-km 4+100	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino	km 4+440- km 4+480	Asentamientos humanos localidad de Ciénegas	
km 4+100-km 4+220	Vegetación ruderal arvense	km 4+480- km 5+020	Agricultura de temporal Anual	
km 4+560-km 4+900	Asentamientos humanos, localidad Ciénegas	km 5+020-km 5+120	Asentamientos humanos localidad de Ciénegas.	
km 4+900- km 5+080	Agricultura de temporal Anual	km 5+120-km 5+200	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 5+080-km 5+280	Vegetación ruderal y arvense	km 5+200-km 5+420	Vegetación ruderal y arvense	
km 5+280- km 5+420	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 5+420-km 5+480	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 5+420- km 5+660	Vegetación ruderal y arvense	km 5+480-km 5+580	Vegetación ruderal y arvense	
km 5+660- km 5+900	Asentamientos humanos, Localidad Santa María Tejotepec	km 5+580-km 5+940	Asentamientos humanos, localidad Santa María Tejotepec	

km 5+900-km 6+680	Vegetación ruderal y arvense	km 5+940-km 6+610	Vegetación ruderal y arvense	
		km 6+610-km 6+670	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 6+680-km 6+700	Asentamientos humanos	km 6+670-km 6+800	Pastizal inducido	
km 6+700- km 6+820	Parcela de maíz y vegetación ruderal	km 6+800- km 6+940	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 6+820-km 6+840	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 6+940-km 7+040	Vegetación ruderal arvense	
		km 7+040-km 7+070	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 6+840- km 6+950	Vegetación ruderal arvense	km 7+070-km 7+240	Vegetación ruderal arvense	
km 6+950-km 7+020	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	km 7+240-km 7+280	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 7+020-km 7+060	Vegetación ruderal arvense	km 7+280- km 7+570	Vegetación ruderal arvense	
km 7+060-km 7+130	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
km 7+130-km 7+510	Vegetación ruderal arvense	km 7+570-km 7+710	Pastizal inducido	
km 7+510-km 7+560	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino	km 7+710-km 7+930	Vegetación ruderal arvense	
km 7+560-km 7+710	Potreros	km 7+930-km 8+009	Pastizal inducido	
km 7+710-km 7+760	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
km 7+760-km 7+980	Vegetación ruderal arvense			
km 7+980- km 8+009	Pastizal inducido			
km 165+900 – km 166+400	Vegetación ruderal arvense	km 165+900 – km 166+400	Vegetación ruderal arvense	

Los polígonos y sus coordenadas métricas que requieren autorización para cambio de uso de suelo se presentan en el capítulo IV y en el apartado VIII.3.2.

II.2.2 Inversión Requerida

Se estima que el costo de la inversión del proyecto, asciende aproximadamente a $86,999,398.03 Ochenta y Seis Millones Novecientos Noventa y Nueve Mil Trescientos Noventa y Ocho Pesos 03/100 M.N), pesos mexicanos, en el momento de la realización del estudio, conforme al tipo de cambio $17.20 al presupuesto requerido es por el orden de USD $5,058,104.54 de acuerdo a la paridad (fix) establecido por el Banco de México, consultada el día 21 de junio de 2023.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los montos proyectados:

Tabla 2. 10 Inversión requerida.

ETAPA	PARTIDA	TOTAL PRESUPUESTADO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmonte y despalme	$62,560.36
CONSTRUCCIÓN	Terracerías	$18,700,402.85
	Obras de drenaje	$11,085,603.07
	Pavimento	$39,164,699.47
	Señalamiento	$5,932,947.09
	Obras inducidas	$53,268.22
	SUBTOTAL	**$74,999,481.06**
	IVA	**$11,999,916.97**
	TOTAL	**$86,999,398.03**

Descripción	Precio unitario
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	$209,600.00
Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Fauna	$244,359.00
Programa de Reforestación	$343,440.00
Programa de conservación de suelos	$83,888.00
Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos.	$14,600.00
Manejo adecuado de Residuos peligrosos	$44,300.00
Manejo adecuado de Residuos de Manejo Especial	$25,000.00
Ambientación de los pasos de fauna.	$160,000.00
Programa de Vigilancia Ambiental	$219,967.20
Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	$18,000.00
Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales	$ 5,000.00
Instalación de Sanitarios Portátiles	$154,350.00
Capacitación ambiental a todos los trabajadores	$5,000.00
TOTAL	**$ 1,527,504.20**

Para la ejecución de medidas preventivas y de mitigación de impacto ambiental se estima un costo de $1,527,504.20 (Un millón Quinientos Veintisiete Mil, Quinientos Cuatro Pesos 20/100 M.N.), lo que corresponde al 2.03% del costo total de la obra.

II.2.3 Obras provisionales

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas obras que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para los trabajos de construcción del camino San Rafael – Guayabos. Se puede considerar la construcción de las siguientes obras provisionales, aunque es importante mencionar que el diseño y construcción de estas obras quedaran a cargo de la empresa(s) constructora(s) asignadas por la Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes mediante procesos licitatorios conforme lo marca la Ley de Obras Públicas, así como las especificaciones particulares de cada una de ellas, por lo que a continuación se muestra únicamente una descripción general de las obras que se prevé que la empresa(s) constructora(s) requerirá:

Tabla 2. 11 Obras provisionales del proyecto

Tipo de Infraestructura	Si	No	Información específica
Construcción de caminos de Acceso de este proyecto.		X	No se contempla realizar caminos de acceso ya que este mismo se usará para el acceso de la maquinaria, además que el frente de trabajo se realizará en el sentido del cadenamiento.
Almacén o centro de acopio	X		En este sitio se depositarán temporalmente los materiales a utilizar en la obra (grava, arena, piedras), que pueden sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo, el tamaño y materiales con que se construya, en promedio la superficie requerida puede variar entre 1000 y 1500 m^2. Se sugiere para la ubicación del almacén o centro de acopio los terrenos desprovistos de vegetación Se prohíbe a las empresas contratistas eliminar vegetación forestal para estos fines.
Campamentos, dormitorios, Comedores.	X		No se construirán campamentos, ni dormitorios cercanos al área del proyecto, se recomienda rentar viviendas en las localidades de Santa María Tejotepec y La Ciénega, más cercanas al sitio del proyecto.
Planta de Concreto, planta trituradora	X		Dependerá de la contratista ganadora si cuenta con una planta de asfalto y una planta trituradora, si es el caso, la ubicara cerca de la obra y tramitará su permiso para su operación ante SEMARNAT, si la contratista decide adquirir el material en plantas ya establecidas, deberá asegurarse y solicitar una copia de autorización de la misma.
Patio de maquinaria y taller	X		El patio de maquinaria se ubicará cerca del almacén o en el mismo lugar, en un área aproximada de 1500 m^2 en un área desprovista de vegetación.
Instalaciones Sanitarias	X		Se recomienda la contratación de baños portátiles, uno por cada doce trabajadores. La recolección de los residuos generados por este servicio quedara a cargo de la empresa que represente el servicio de los sanitarios portátiles.
Bancos de material	X		Los bancos de materiales sugeridos por el proyectista son: Banco de terracerías: banco "El Encino", "Pueblo Viejo" y "Tierra Colorada" Banco para pavimentos "Santiago Camotlan" y "Trituradora Camacho"

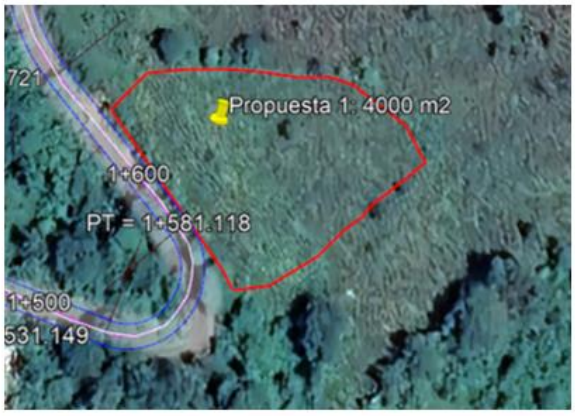
Bancos de tiro o de desperdicio		X	No aplica.
Planta de tratamiento de aguas residuales		X	No aplica.
Sitios para la disposición de residuos (peligrosos y no peligrosos)	X		En el patio de maquinaria deberá construirse un almacén temporal para los residuos peligrosos, con las características que marca la LGPIR.
Ductos para sustancias peligrosas		X	No aplica.
Subestaciones eléctricas		X	No aplica.

Caminos de acceso

El inicio del cadenamiento del proyecto (km 0+000) se localiza a 72.8 kilómetros de Oaxaca de Juárez, la capital del estado. Para llegar a la zona en estudio, se deberá tomar a las afueras de la Cd. de Oaxaca, la carretera 135 D Oaxaca-Tehuacán/México (Cuicatlán - Oaxaca), en un recorrido de aproximadamente 90 min.

Almacén y patio de maquinaria:

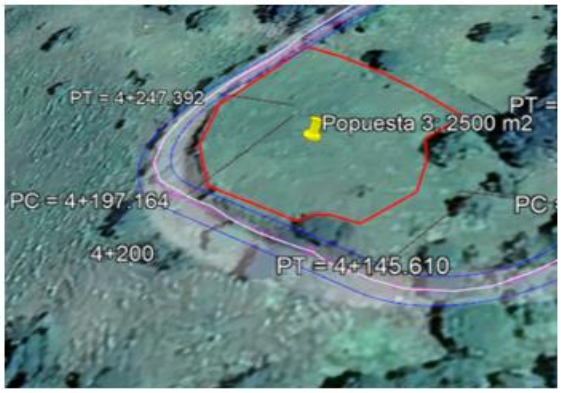
Se presentan las siguientes superficies para instalar las obras temporales de almacén y patio de maquinaria:



Propuesta 1	
Coordenada X	**Coordenada Y**
496478	2350906
496440	2350959
496499	2350969
496536	2350943
496510	2350920
Superficie: 4000 m^2	



Propuesta 2	
Coordenada X	**Coordenada Y**
496569	2351140
496474	2351166
496505	2351195
496559	2351170
Superficie: 2,600 m^2	



Propuesta 3	
Coordenada X	**Coordenada Y**
497195	2352010
497147	2352031
497139	2352059
497160	2352078
497194	2352038
Superficie: 2,500 m^2	

Figura 2. 6 Propuesta Ubicación de patio de maquinaria y almacén

Instalaciones sanitarias

Se instalará un baño por cada doce trabajadores, el mantenimiento de los sanitarios deberá ser contratado para evitar la descarga de aguas residuales en el sitio.

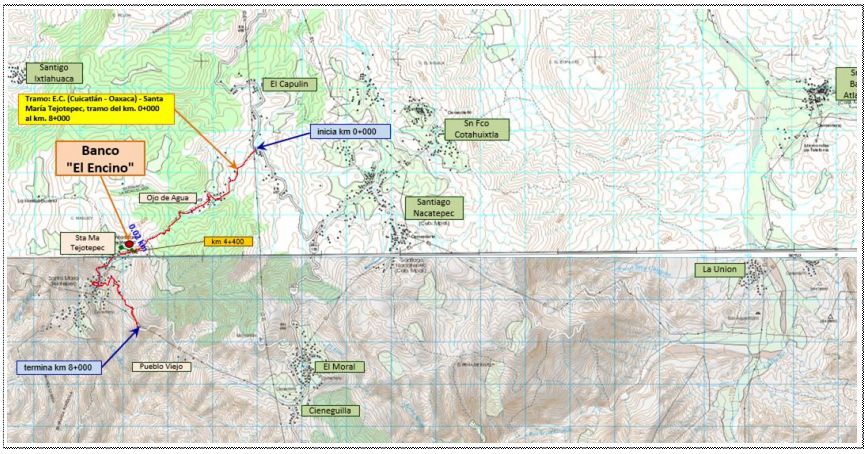
En cada uno de los sitios de las obras provisionales se deberá cumplir con medidas de mitigación para evitar la contaminación del suelo, aire y agua.

Bancos de materiales

La selección de los bancos de materiales propuestos corresponde a los estudios de geotecnia (Anexo VIII.9), realizados por la empresa proyectista y son los siguientes:

UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION		
	N°	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	Uso probable	A	B	C
Km 4+400 del camino en estudio	1	0.35	Despalme	Ninguno							
Desviacion derecha 20 m.	2	8.00	Grava limosa (**GM**), color café claro, poco humedo, compacta.	Compactado	1.03	0.98	0.93	Terraplen	60	40	0
Camino hacia el banco 20 m sobre camino de terraceria.								Subrasante			

CROQUIS DE LOCALIZACION: (Ver archivo 1.2.3_1 a escala 1:50,000)



DIMENSIONES:

LARGO: 95
ANCHO: 55
ESPESOR: 8

VOLUMEN APROVECHABLE:
41,800.00 M3

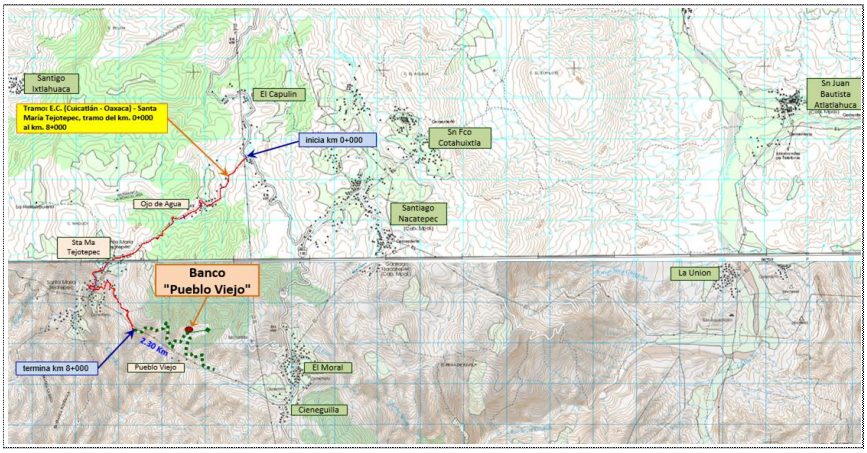
REGIMEN: **Comunal**
UBICACIÓN: **La Cienega, Tejotepec**
Mpio. San Jeronimo Sosola
ENCARGADO: **Sr. Rufino Carrazco Gomez**



Figura 2. 7 BANCO No. 1 "El Encino" para terracerías.

UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION		
	N°	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	Uso probable	A	B	C
Km 8+000 del camino en estudio	1	0.50	Despalme	Ninguno							
Desviacion adelante 2,300 m.	2	14.00	Grava arcillosa mal graduada (**GP-GC**), color café claro, humedo, compacta.	Compactado	1.03	0.98	0.93	Terraplen	60	40	0
Camino hacia el banco 2,300 m sobre camino de terraceria.								Subrasante			

CROQUIS DE LOCALIZACION: (Ver archivo 1.2.3_1 a escala 1:50,000)



DIMENSIONES:

LARGO: 120

ANCHO: 70

ESPESOR: 14

VOLUMEN APROVECHABLE:

117,600.00 M3

REGIMEN: **Comunal**

UBICACIÓN: **Pueblo Viejo, Tejotepec**

Mpio. San Jeronimo Sosola

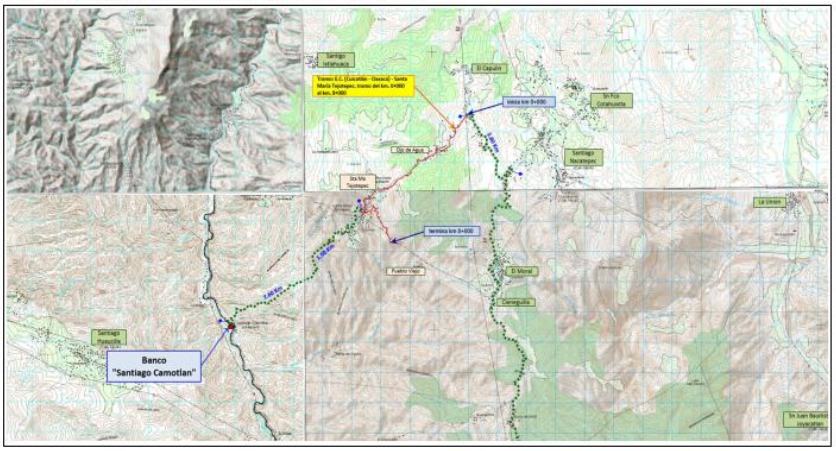
ENCARGADO: **Sr. Rufino Carrazco Gomez**



Figura 2. 8 BANCO No. 2 "Pueblo Viejo" para terracerías.

UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION		
	N°	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	Uso probable	A	B	C
Km 6+050 del camino en estudio Desviacion derecha 9,500 m.	1		Capa vegetal	Despalme				Ninguno			
	2	2	Grava mal graduada (**GP** color café claro, poco humeda, suelta.	Compactado	0.87	0.82	0.78	Base Hidráulica	100	0	0
Camino hacia el banco 9,400 m sobre camino de terraceria, mas 100 sobre brecha.											
								Grava	100	0	0
								Arena			

CROQUIS DE LOCALIZACION: (Ver archivo 1.4.1_2 a escala 1:50,000)



DIMENSIONES:

LARGO: 3000

ANCHO: 50

ESPESOR: 2

VOLUMEN APROVECHABLE:

300,000.00 M3

Suficiente

Regimen: **Comunal**

Ubicacion: **Santiago Camotlan, Oax.**

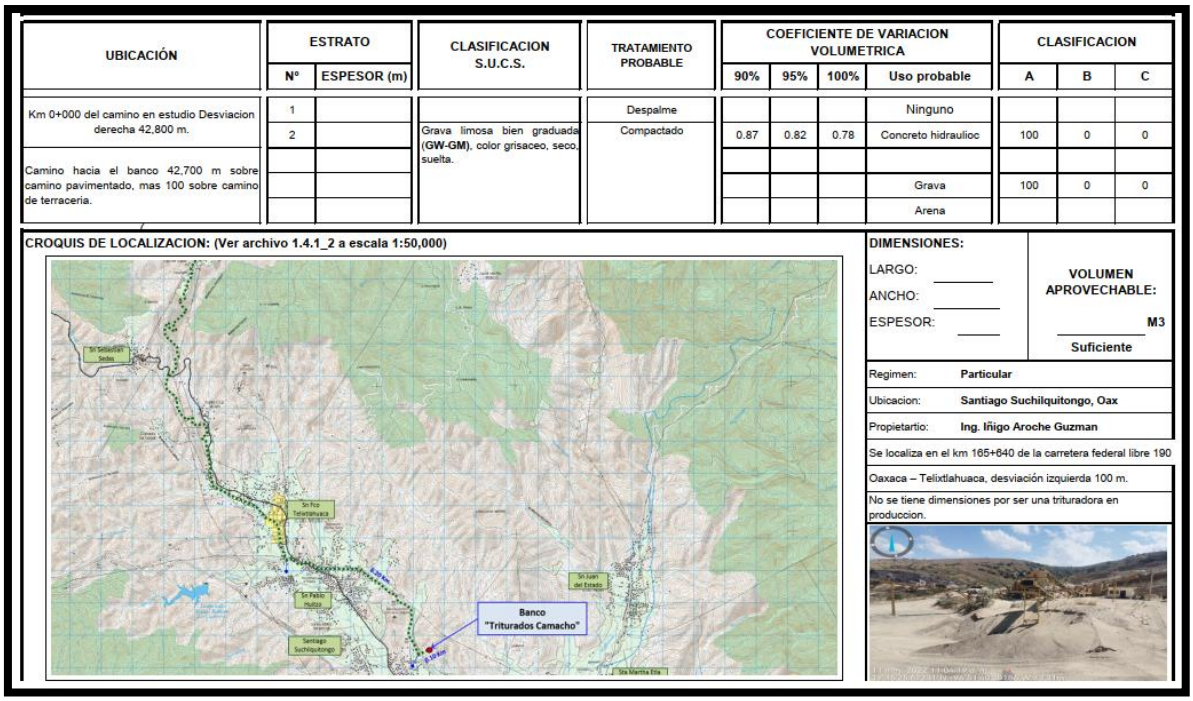
Encargado: **Srita. Alma Duran Acebedo**

Nota: Para su utilizacion se requiere de la instalacion de una trituradora portatil.

Es un banco en estado natural



Figura 2. 9 BANCO No. 3 "Tierra Colorada" para terracerías.



UBICACIÓN	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION		
	N°	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	Uso probable	A	B	C
Km 0+000 del camino en estudio Desviacion derecha 42,800 m.	1			Despalme				Ninguno			
	2		Grava limosa bien graduada (GW-GM), color grisaceo, seco, suelta.	Compactado	0.87	0.82	0.78	Concreto hidraulioc	100	0	0
Camino hacia el banco 42,700 m sobre camino pavimentado, mas 100 sobre camino de terraceria.											
								Grava	100	0	0
								Arena			

Figura 2. 10 BANCO No. 4 "Santiago Camotlán" pavimentos.

Cabe mencionar que los bancos de materiales se proporcionan a título informativo, no restrictivo, ya que la elección de estos es responsabilidad del contratista, así como verificar que se cuente con los permisos correspondientes en materia de impacto ambiental.

Traslado

El movimiento del material del banco a la obra será mediante el uso de camiones de volteo, los cuales deberán ir tapados con lona para evitar la dispersión de partículas sólidas en el trayecto.

Bancos de desperdicio

El volumen de los cortes se estima en 61,326 m^3, que de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia (Anexo VIII.9.1.2) puede utilizarse como material de terraplenes, por lo tanto, no se utilizarían bancos de desperdicio ya que el material producto de despalme se propone para el recubrimiento de los taludes. Si existiera un material que no se ocupe en las terrecerías se tendrá que tener un banco de desperdicio autorizado por SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. En este estudio no se presenta la ubicación de los bancos de tiro, debido a que son conceptos que le corresponden a las empresas contratistas asignadas por la Secretaria de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes mediante procesos licitatorios conforme lo marca la Ley de Obras Públicas; siendo éstas las que ubicaran el sitio de acuerdo a su conveniencia

en el concepto de acarreos y al acuerdo que lleguen con los ejidatarios para la ocupación de los terrenos siempre y cuando tramiten la autorización antes mencionada.

II.2.4. Obras complementarias.

Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y pavimentos, se deberán construir obras complementarias como cunetas, bordillos, lavaderos y/o obras de desfogue de cunetas de acuerdo a lo establecido en el presente proyecto. (Anexo VIII.9.2.3)

Cunetas: Son zanjas que se construyen en los tramos en corte, a uno o a ambos lados de la corona, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes de corte. Normalmente, la cuneta tiene una sección triangular con un ancho de 1 m; su talud es generalmente 3:1, del fondo de la cuneta al talud del corte. Cuando los caminos no se pavimentan inmediatamente después de construidas las terracerías, es necesario proyectar una cuneta provisional. Son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de canales abiertos.

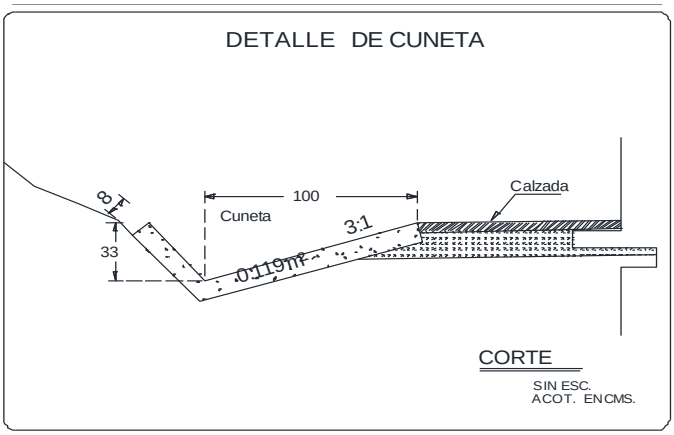


Figura 2. 11 Cuneta

Bordillos: Son elementos generalmente de concreto hidráulico reforzado, que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, a fin de encauzar el agua que se escurre por la corona y que de otro modo causaría erosiones en el talud del terraplén. Antes de proyectar un bordillo habrá que estudiar la erosionabilidad del talud para la precipitación pluvial que se tenga en la zona. Habrá terraplenes que no los requieran, ya sea por la baja precipitación o porque el talud no sea erosionable.

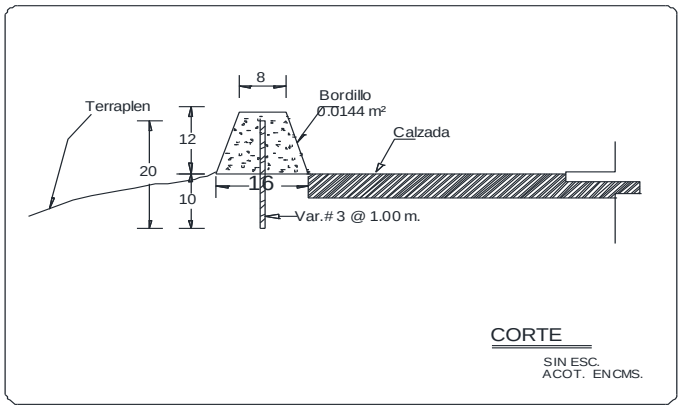


Figura 2. 12 Bordillo

Lavaderos: Son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos y cunetas a lugares donde no causen daño a la estructura del pavimento. Pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos. Si se construyen con mampostería o concreto hidráulico, generalmente tienen sección triangular, con el propósito de lograr una depresión en su intersección con el acotamiento, para facilitar la entrada del agua a lavadero. Los materiales que se utilicen en la construcción de lavaderos, deberán cumplir con lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 01. Materiales para Mampostería y 02. Materiales para Estructuras, del Libro CMT. Características de los Materiales, así como en la Norma N-CMT-3-03, Tubos y Arcos de Lámina Corrugada de Acero, salvo que el proyecto geométrico indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal.

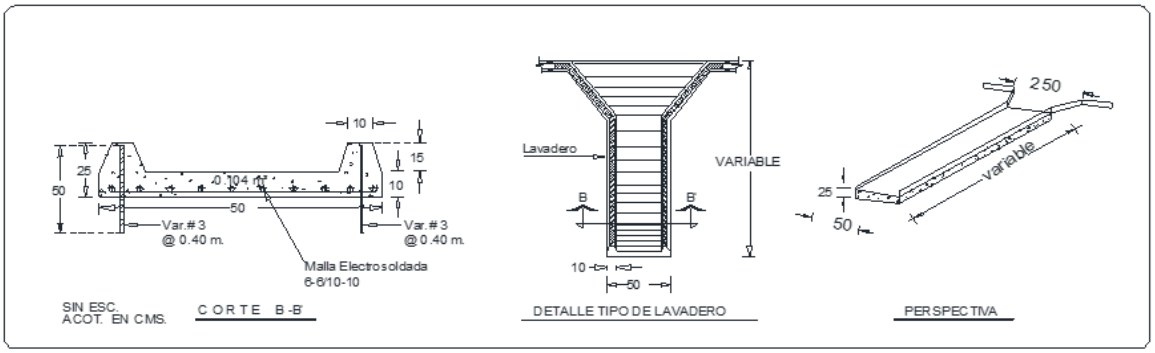


Figura 2. 13 Lavadero

Señalamientos: La fabricación y colocación de las señales está sujeta a los lineamientos marcados en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, última Edición de la SCT y en lo que no existiera norma alguna a lo indicado en las presentes Especificaciones Particulares y son conformadas por:

1. Señales preventivas (SP).
2. Señales restrictivas (SR).
3. Señales informativas (SI).
4. Indicadores de alineamiento.
5. Marcas en el pavimento.

Obras de drenaje: El tipo de obra de drenaje y sus características está diseñada para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera y a las corrientes de agua existentes. Las obras de drenaje se proyectaron de acuerdo al estudio topográfico, hidrológico y geotécnico y se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 2. 12 Obras de drenaje

OBRAS DE DRENAJE (EJE PRINCIPAL)				
Estación	**Tipo**	**Coordenada X**	**Coordenada Y**	**Estación**
1	0+006.96	TC 1.20 m	717,950.78	1,938,570.38
2	0+186.71	TC 1.20 m	717,825.33	1,938,443.62
3	0+503.84	LC 6.00 X 4.00 m	717,639.91	1,938,187.43
4	0+832.66	LC 1.50 X 1.20 m	717,502.90	1,937,930.03
5	0+971.76	LC 1.50 X 1.20 m	717,409.46	1,937,838.10
6	1+064.73	TC 1.20 m	717,333.05	1,937,793.93
7	1+295.95	LC 1.50 X 1.20 m	717,327.32	1,937,563.56
8	1+525.83	LC 1.50 X 1.20 m	717,142.34	1,937,431.64
9	1+719.02	LC 1.50 X 1.20 m	716,966.57	1,937,428.95
10	1+845.49	LC 1.50 X 1.20 m	716,879.78	1,937,520.52
11	1+883.91	LC 1.50 X 1.20 m	716,846.63	1,937,509.18
12	1+980.00	LC 1.50 X 1.20 m	716,869.29	1,937,417.94
13	2+091.94	LC 1.50 X 1.20 m	716,815.93	1,937,326.96
14	2+339.00	TC 1.20 m	716,608.57	1,937,200.03
15	2+711.90	LC 3.00 X 1.50 m	716,279.95	1,937,061.98
16	2+800.00	LC 1.50 X 1.20 m	716,202.34	1,937,069.90
17	2+932.76	LC 2.00 X 1.20 m	716,194.68	1,936,944.93
18	3+099.11	LC 1.50 X 1.20 m	716,069.70	1,936,835.15
19	3+262.92	LC 1.50 X 1.20 m	715,952.24	1,936,723.26
20	3+580.00	LC 1.50 X 1.20 m	715,792.35	1,936,588.87
21	3+811.31	LC 1.50 X 1.20 m	715,595.70	1,936,472.14
22	4+252.84	TC 2.20 m	715,262.90	1,936,205.29
23	4+703.93	TC 1.20 m	714,833.85	1,936,078.71
24	4+900.00	TC 1.20 m	714,699.67	1,935,940.69
25	5+265.51	LC 1.50 X 1.20 m	714,418.13	1,935,756.43
26	5+317.22	LC 1.50 X 1.20 m	714,384.08	1,935,724.40
27	5+565.11	TC 1.20 m	714,449.70	1,935,506.43
28	6+042.45	LC 1.50 X 1.20 m	714,477.55	1,935,332.55
29	6+379.05	LC 1.50 X 1.20 m	714,677.14	1,935,424.44
30	6+501.52	LC 3.00 X 1.50 m	714,733.44	1,935,528.72
31	6+597.85	LC 1.50 X 1.20 m	714,806.00	1,935,467.97
32	6+816.21	TC 1.20 m	714,898.19	1,935,320.39
33	7+125.24	LC 1.50 X 1.20 m	714,977.85	1,935,058.37
34	7+210.98	LC 1.50 X 1.20 m	715,019.92	1,934,991.48
35	7+468.34	LC 1.50 X 1.20 m	715,177.83	1,934,812.78
36	7+523.90	TC 1.20 m	715,220.31	1,934,779.99

OBRAS DE DRENAJE (EJE PRINCIPAL)				
Estación	**Tipo**	**Coordenada X**	**Coordenada Y**	**Estación**
37	7+718.01	LC 1.50 X 1.20 m	715,234.74	1,934,598.79
38	7+805.67	LC 1.50 X 1.20 m	715,275.03	1,934,520.93
39	7+880.25	TC 1.20 m	715,307.04	1,934,453.73
40	7+992.13	TC 1.20 m	715,332.78	1,934,345.12
OBRAS DE DRENAJE ENTRONQUE				
	Estación	**Tipo**	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
1	165+987.56	TC 1.20 m	717,866.01	1,938,706.05
2	166+121.98	LC 5.00 X 3.00 m	717,898.53	1,938,593.80
3	166+326.08	LC 5.00 X 1.20 m	718,082.58	1,938,513.49

	ESTACION	**TIPO DE OBRA EXISTENTE**	**DATOS HIDRAULICOS**	**TIPO DE OBRA PROPUESTA**
1	0+186	T - 0.90 m Ø		



2	0+830	T - 110 m Ø		



3	0+970	T - 0.90 m Ø		



4	1+060	T - 110 m Ø		



5	1+070	T - 110 m Ø	OBRA DE ALIVIO	T - 1.20 m Ø







6	1+295	T - 1.10 m Ø		







7	1+530	T - .90 m Ø		



8	1+720	T - 1.10 m Ø		



9	1+845	T - .90 m Ø		



10	2+090	T - 1.10 m Ø		



11	2+340	T - 1.10 m Ø		



12	2+710	T - 0.90 m Ø		



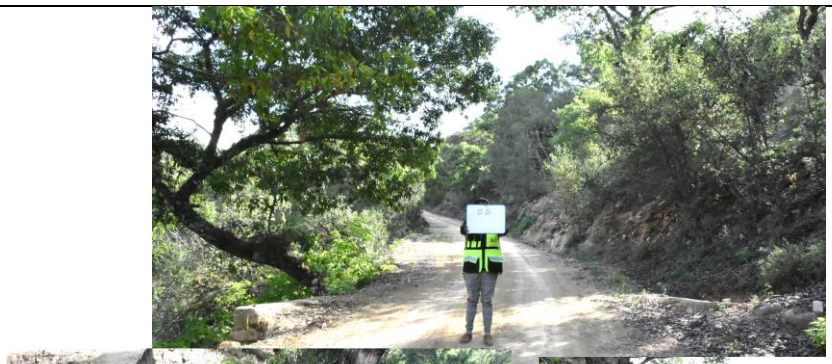
13	2+810	T - 0.90 m Ø		



14	2+934	T - 0.90 m Ø		



15	3+100	T - 0.90 m Ø		







16	3+260	T - 0.90 m Ø		







17	3+573	T - 0.90 m Ø		

				
18	3+810	T - 0.90 m Ø		
				
19	4+254	T - 0.90 m Ø		

				
20	4+695	T - 0.90 m Ø		
				
21	4+705	T - 0.90 m Ø		

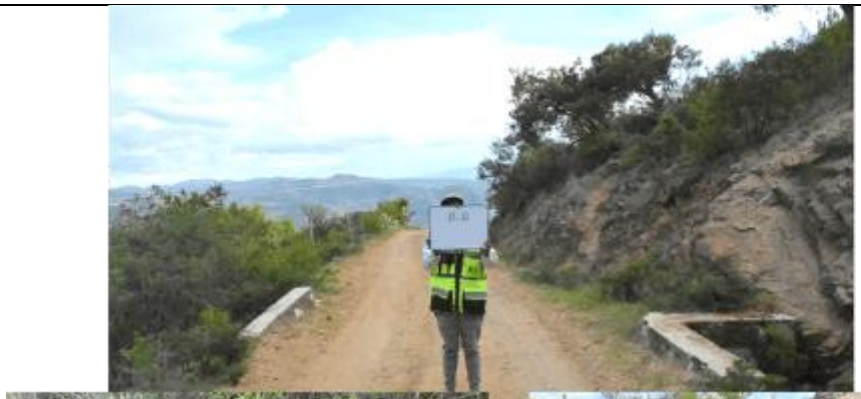


22	4+877	T - 0.90 m Ø		



23	5+262	T - 0.90 m Ø		

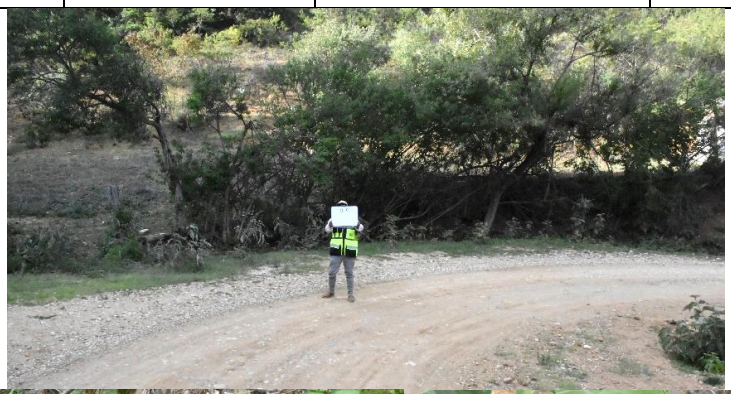
				
24	5+320	T - 0.90 m Ø		
				
25	5+565	T - 0.90 m Ø		







26	6+500	T - 0.90 m Ø		







27	6+790	T - 0.90 m Ø		



28	7+125	T - 0.90 m Ø		



29	7+230	T - 0.90 m Ø		



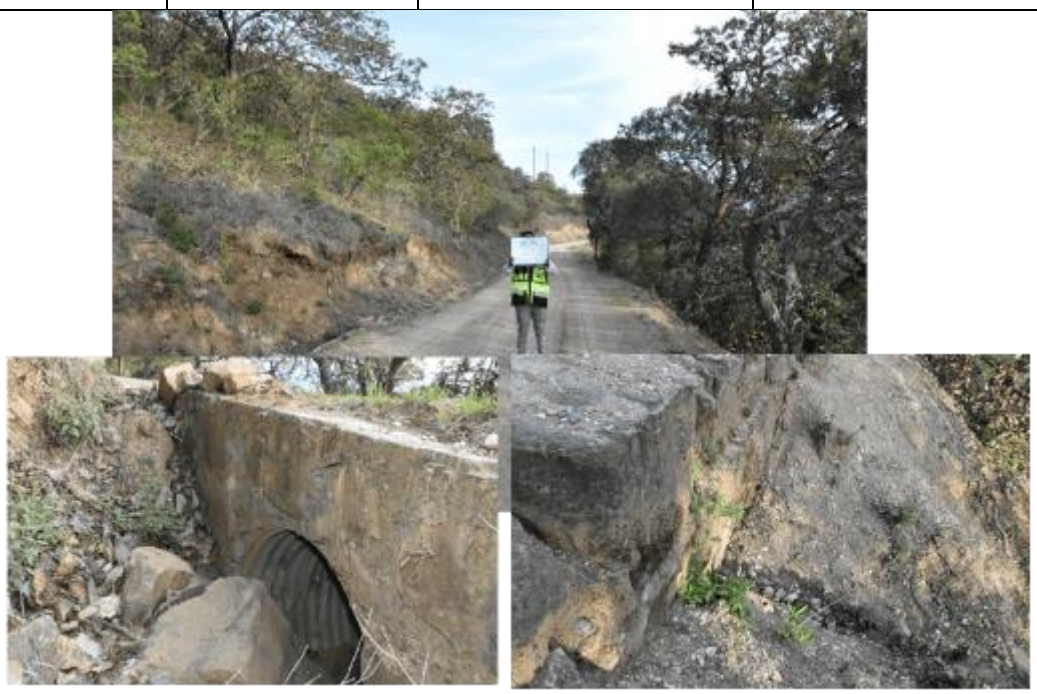
30	7+523	T – 1.20 m Ø		



31	7+720	T - 0.90 m Ø		



32	7+805	T - 0.90 m Ø		



33	7+880	T - 0.90 m Ø		



34	7+992	T - 0.90 m Ø		



Fotografía 2. 3 Obras de drenaje

La cantidad total de obras de drenaje tipo Losa son 30 y tipo tubo de concreto son 15. No se requiere la construcción de ninguna obra de drenaje mayor.

Se recomienda realizar las obras en época de estiaje.

II.2.7. Programa general de trabajo

Tabla 2. 13 Programa general de trabajo

Años		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**							7-30
Meses		1-12	1-12	1-12	1-12	1-12	1	2	3	4	5	6	7	
Etapa previa														
Asignación del recurso económico por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público														
Etapa preparación del sitio														
Obras provisionales														
Desmonte y despalme														
Etapa construcción														
Terracerías	Cortes													
	Terraplenes al 90%													
	Subrasante de banco al 95%													
	Rellenos													
	Recubrimiento de taludes													
Obras de drenaje	Acero													
	Concreto de f'c=100													
	Concreto de f'c=200													
	TUBO 1.20m													
	TUBO 1.50m													
	Cuneta													
	Lavadero													
	Bordillo													
Pavimentos	Base hidráulica													
	Riego de impregnación													
	Carpeta concr. Asfaltico													
Señalamiento	Horizontal													
	VERTICAL													
Limpieza general y retiro de maquinaria														
Aplicación de medidas de mitigación y prevención de impacto ambiental														
Operación y mantenimiento														

Se consideran las siguientes etapas que conforman el proyecto:

- **Etapa previa**: Se refiere a la aprobación y asignación del recurso económico para desarrollar el proyecto por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se tiene presupuestado ejecutar la obra en el año fiscal 2023 y 2024, sin embargo, se considera 1 **a 5 años** considerando los cambios en los procesos administrativos y asignación de recurso económico.
- **Etapa de construcción**: Incluye la preparación del sitio como es la limpieza del terreno natural, el desmonte despalme para dar paso a las actividades constructivas como son cortes, terracerías, terraplenes, estructuras del pavimento, drenaje mayor y menor, drenaje superficial (bordillos, cunetas, contra-cunetas, lavaderos), carpeta asfáltica, barreras de seguridad (defensa metálica y parapetos), pintura y señalamiento, tiempo requerido 7 **meses**.
- **Etapa de Operación y Mantenimiento:** Se estima una **operación de 25 a 30 años** con su mantenimiento rutinario.

Considerando lo anterior se requiere un tiempo de autorización de **6 años para la realización del proyecto**

A continuación, se describen las actividades de construcción del proyecto conforme al Proyecto Ejecutivo, Anexo VIII.9.6 Procedimiento constructivo.

II.2.8. Preparación del sitio.

Dentro de esta etapa se incluyen el desmonte, despalme e instalación de obras provisionales.

Para conseguir la línea de ceros que marca el proyecto geométrico y los cadenamientos rectificados, se requiere retirar árboles y arbustos, los cuales se describen el en capítulo IV.

Previo a la actividad de construcción de terracerías se deberá hacer una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural mediante el desmonte y despalme.

EPT-001.-DESMONTE

Para la ejecución del desmonte se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras* y se sujetará en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los trabajos se realizarán asegurando que toda la materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto o aprobada por la Dependencia; cualquier daño a la vegetación fuera de dicha área, será responsabilidad del Contratista de Obra y deberá restituirla por su cuenta y costo, de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a la línea de ceros. Cualquier daño a árboles o arbustos que deban ser respetados, será reparado por cuenta y costo del Contratista de Obra. Se estima el retiro de 261 árboles y arbustos.

EPT-002. DESPALME

Para la ejecución del despalme se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*

El espesor del despalme varía entre 15 y 20 cm, de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales. El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos al término de su explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el proyecto o apruebe la Dependencia.

II.2.9. Etapa de construcción

TERRACERÍAS.

Cuerpo de Terraplén

Previa eliminación superficial de la materia vegetal en el área de influencia del desplante del cuerpo de terraplén, compactar la superficie descubierta al 90% como mínimo de su P.V.S.M. en 20 cm. de profundidad, calculado con la prueba de AASHTO estándar, una vez terminado lo anterior se continuará con la construcción de los terraplenes en capas de 20 cm., de espesor máximo y compactación del 90% como mínimo de su P.V.S.M., calculado con la prueba de AASHTHO estándar según norma N-CTM-1-01/16, hasta llegar a 30 cm antes del nivel de desplante de la capa de la subrasante de proyecto.

Ampliación en cortes

Se procederá a realizar el corte del material en el espesor necesario hasta llegar al nivel de desplante de proyecto (nivel de desplante de la capa subrasante o superior según sea el caso); de acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-01-003/11; compactando el piso del mismo al 90% +/- 2% como mínimo de sus P.V.S.M., calculado con la prueba AASHTO estándar.

El material producto de corte se depositará en el lugar indicado por el Residente de Obra.

La estabilidad del talud en corte para los tipos de materiales determinados es de 0.5:1 (ver tabla de geotecnia Curva masa).

Material	Volumen m^3
Tipo A	15,566.00
Tipo B	40,188.00
Tipo C	5,572.00

Tabla 2. 14 Volúmenes de corte

Material tipo A: Es un material blando o suelto que puede ser excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas. Este tipo de materiales considera suelos poco o nada

cementados. Los materiales más comúnmente clasificados de este tipo son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

Material tipo B: Es el material que por su dificultad de extracción y carga solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas o con pala mecánica sin el uso de explosivos. Los materiales más comúnmente clasificados son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

Material tipo C: Es el material que por su dificultad de extracción solo puede ser excavado con excavadoras con pica, equipo de corte o por mediante el empleo de explosivos. Entre los materiales clasificados se encuentran las rocas basálticas, las areniscas, conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Manejo y traslado del material producto de los cortes

El material tipo A será colocado a la orilla del camino, mientras no es utilizado para cubrir los taludes de los cortes y terraplenes y deberá ser tapado con plástico para que no pierda su humedad.

El traslado del material de los cortes será mediante camiones de volteo y su manejo en el sitio del proyecto será mediante retroexcavadoras o motoconformadoras.

Capa Subrasante.

Sobre el cuerpo de terraplén y debidamente terminado como anteriormente se indicó, construir la capa subrasante utilizando material de banco, con espesor de 30.0 cm de material compactado al 100 +- 2% de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO estándar y/o modificada, de acuerdo con la norma N-CMT-1-03/02.

Pavimento de Concreto Hidráulico

Base Hidráulica.

Para la construcción de la capa de base hidráulica se utilizará de los bancos propuestos para tal caso. Los materiales se deberán homogeneizar debidamente, al concluir la anterior capa, se procederá a construir una capa de base hidráulica de 20 cm. de espesor y compactación del 100% como mínimo de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO modificada 5 capas, garantizando que la perdida de humedad en la superficie sea la mínima posible; es decir mantener con constantes riegos de agua la capa terminada, en tanto no se inicia con el tendido de la etapa subsecuente.

Riego de Impregnación.

Sobre la superficie de la base hidráulica, estando barrida y ligeramente húmeda en la superficie, se aplicará un riego de impregnación utilizando emulsión asfáltica para impregnar del tipo ECI-60, en cantidades de 1.4 a 1.6 lt/m², dependiendo de la textura de la superficie por impregnar.

Carpeta de concreto hidráulico.

Sobre la superficie de la base hidráulica, se construirá la carpeta de concreto hidráulico, el cual será premezclado profesionalmente de resistencia a la flexión f'c o módulo de ruptura igual a la especificada en el proyecto que es de MR=48 kg/cm2 y con un espesor de 18 cms.

El revenimiento apropiado para la colocación de concreto con cimbra fija es:

- En superficies planas con pendientes ligeras 10 +- 2cms
- En superficies con pendientes mayores al 8% 8 +- 1cms

Los siguientes son los espesores de proyecto:

Tabla 2. 15 Espesores del proyecto

Capa	Espesor
Carpeta hidráulica	18.0 cm
Base hidráulica	20.0 cm
Subrasante	30.0 cm
Terraplén	Variable

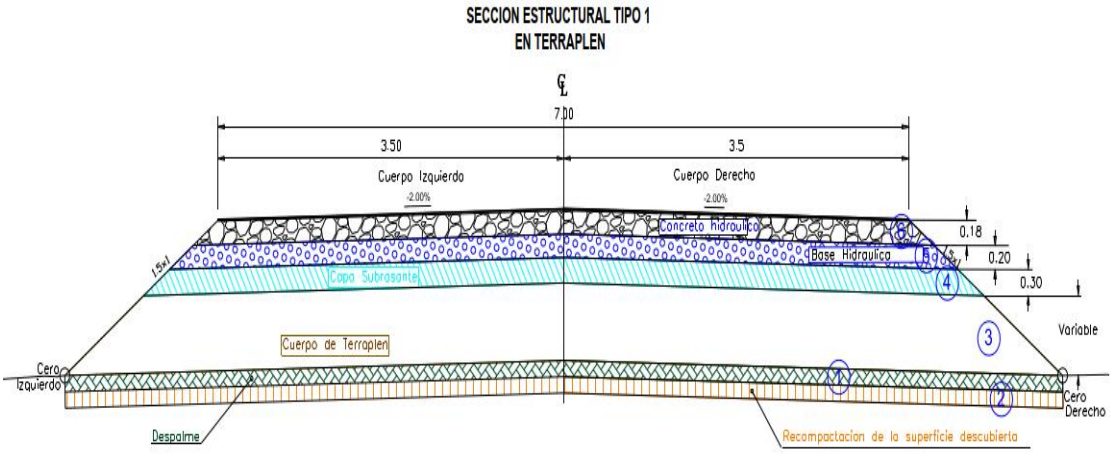


Figura 2. 14 Sección tipo

II.2.10. Abandono del sitio al finalizar la construcción.

En este caso el abandono del sitio se refiere al término de la construcción e incluye dos actividades principales:

- Limpieza del sitio y retiro de maquinaria

Limpieza

Se procede a la limpieza del patio de maquinara, almacén y dormitorios, así como al retiro de los sanitarios portátiles, tambos de agua, contenedores de residuos, almacén de residuos peligrosos y maquinaria.

II.2.11. Personal e insumos.

Personal.

Se estima que será necesaria la contratación de 89 personas para laborar en el proyecto, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 2. 16 Requerimiento de personal para la realización del proyecto.

CATEGORIA	Locales	Foráneos
Residente de la dependencia	0	1
Superintendente	0	1
Residente de obra	0	3
Brigada ambiental	1	2
Topógrafo	1	2
Ayudantes de topógrafo	4	2
Operadores de maquinaria mayor	4	15
Chofer	10	3
Oficiales generales	5	5
Ayudantes generales	20	0
Bandereros	3	0
Checadores	2	0
Laboratorista	0	2
Ayudante de laboratorista	1	2
TOTAL	**51**	**38**
	89	

También se crean fuentes de trabajo indirectos como son comedores y renta de casas para dormitorio o campamentos.

La cantidad de personal podrá variar dependiendo la empresa contratista que resulte ganadora del proceso de licitación.

La etapa de operación no requiere de la utilización de personal, debido a que no se realizará ningún tipo de proceso ni actividad.

La etapa de mantenimiento requerirá de la utilización de personal en una cantidad que dependerá del tipo y duración de mantenimiento que se aplique al proyecto después de que sea construido.

En la cabecera municipal de Santiago Nacaltepec existe disponibilidad de mano de obra general, bandereros y checadores, en Oaxaca operadores y ayudantes.

Combustible

Los combustibles que se emplearán serán prácticamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo.

La gasolina será utilizada como combustible para los camiones de volteo, pipas de agua y camionetas de transporte personal.

El diésel será utilizado como combustible para la maquinaria pesada, como tractores y motoconformadoras y para los generadores de energía eléctrica.

Considerando los trabajos a ejecutar, la accesibilidad al sitio del proyecto, y de acuerdo a la experiencia de los ingenieros residentes en obra se estima el siguiente consumo de combustible en relación a los vehículos y maquinaria que se utilizarán:

Tabla 2. 17 Consumo estimado de combustible

Preparación del sitio			
Equipo	**Programada**	**Combustible semanal**	
		Diésel (l)	**Gasolina (l)**
CARGADOR FRONTAL CAT 950F	2	314	
TRACTOR CAT D8T	2	400	
EXCAVADORA CAT 330D	2	400	
EXCAVADORA CON PICA	1	200	
PIPA DE AGUA DE 10 M^3	2	400	
CAMIONETA ESTAQUITAS	2	0	720
MOTOCOMFORMADORA CAT	1	450	
RETROEXCAVADORA CAT	2	400	
CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	10	2000	
CAMION DE VOLTEO DE 14 M^3	6	1200	
CAMIONETA PIK CUP	3	0	360
CAMIONETA 3.5 TON	2	140	
TOTAL	**35**	**5904**	**1080**
Construcción			
CARGADOR FRONTAL CAT 950F	2	320	
TRACTOR CAT D8T	2	400	
EXCAVADORA CAT 330D	2	750	
VIBROCOMPACTADOR	2	400	
MOTOCOMFORMADORA CAT	2	320	
CAMIONETA ESTAQUITAS	2	0	560
PIPA DE AGUA DE 10 M^3	2	1120	
COMPACTADOR DE ASFALTO	1	250	
RETROEXCAVADORA CAT	2	680	
COMPACTADOR VIBRATORIO	1	280	
TRACTOCOMPACTADOR	2	500	
BARREDORA FRONTAL SUPERIOR	1	180	
PLANTA DE CONCRETO MOVIL	1	1120	
PLANTA DE LUZ CAT POTENCIA 900 EKW	1	280	
TRITURADORA PORTÁTIL DE TRITURACIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y DE CRIBADO	1	280	
PLANTA DE CONCRETO HIDRAULICO	1	560	
PAVIMENTADORA CATERPILLAR AP-1000 B	1	348	
PETROLIZADORA DE 1105 GALONES	1	350	
CAMION VOLTEO 7 M^3	5	1000	
CAMION VOLTEO 14 M^3	5	2805	

TOTAL	**38**	**12023**	**560**
Mantenimiento			
CAMIONETA ESTAQUITAS	2		240
PIPA DE AGUA DE 10 M3	2	560	
TOTAL	**4**	**560**	**240**

Agua

Se necesitará agua potable para consumo humano y agua cruda para las operaciones de construcción (riego, mezclas, etc.). La contratista debe decidir la fuente para el abastecimiento de agua cruda, en caso de que decida obtenerla de algún río cercano o manantial aledaños al área de estudio, deberá tramitar el permiso ante CONAGUA y/o adquirirla de pozos cercanos existentes y que ya tengan concesión por parte de CONAGUA, en ambas situaciones deberá documentar los permisos correspondientes; por ningún motivo se extraerá agua de los mantos freáticos. El traslado y almacenamiento será en pipas de 10 000 litros, solo se trasladará y se utilizará inmediatamente, por lo que el agua para obra prácticamente no será almacenada, solo el agua para uso doméstico en obra se almacenará cisternas portátiles de 5000 litros ubicadas en los frentes de obra y en bidones de plástico de 200 lt distribuidos a lo largo del trazo.

Tabla 2. 18 Consumo estimado de agua

Etapa	Consumo promedio diario
Preparación del sitio	**3000 lt**
Construcción	**50,000 a 80,000 lt**
Operación y mantenimiento (cuando sea requerido)	**300 lt**

En el caso del agua potable, se obtendrá de potabilizadoras cercanas y/o comprada en garrafones de 20 lt procedentes de las poblaciones cercanas, considerando un aproximado de 89 trabajadores, se requieren entre 130 a 150 lts diarios.

El volumen de agua que se requerirá durante la etapa de mantenimiento dependerá del tipo y duración de mantenimiento que se aplique al proyecto después de que sea construido.

Electricidad

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

II.2.11. Etapa de operación y mantenimiento.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT

En primer término, se inspecciona y evalúa el estado de la carretera de acuerdo a:

1. Evaluación del pavimento como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos.

2. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como indica la normativa de la SCT.
3. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como la normativa de la SCT.
4. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.
5. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
6. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria

1. Realizar inspecciones en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en corto plazo:
   a. Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
   b. Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
   c. Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
2. Realizar inspecciones mensuales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en mediano plazo:
   a. Defensas y señales de tipo normal
   b. Obras de drenaje
   c. Obras complementarias de drenaje
   d. Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
   f. Limpieza de cunetas y derecho de vía
   g. Daños en el camino por efecto de accidentes
   h. Contracunetas y subdrenajes
   i. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
   j. Postes y fantasmas
   k. Deshierbe y poda de vegetación
   m. Pintura en general

II.2.11. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto se trata de trabajos de construcción para modernizar un camino existente, no se realiza desmantelamiento de obras permanente ni abandono de las instalaciones, aunque se espera una vida útil de 25 a 30 años, no se retirará la carretera.

II.3 Residuos

Al realizar el proyecto en la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos que deberán tener un plan de manejo.

II.3.1. Identificación y clasificación de los residuos.

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada el 8 de octubre de 2003, última reforma 2021 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), un residuo de define como *Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final*.

Los residuos que se generarán durante las distintas etapas del Proyecto han sido clasificados en de acuerdo a la LGPIR en:

1.- **Residuos sólidos urbanos** (RSU) se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (como los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques, por citar sólo algunos) o los que provienen de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole

2**.- Residuos de manejo especial (RME)** son aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

3.- **Residuos peligrosos (RP)** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio

4.- **Residuos Incompatibles:** Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos

II.3.2. Residuos sólidos urbanos.

En México la generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/hab/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día., según el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es realizado cada dos años y tiene un módulo especializado sobre la gestión de los RSU (Módulo 6 para el Censo de 2017).

La cantidad de residuos sólidos urbanos generados puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población, entre otras.

De acuerdo a la información del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD; INEGI, 2018), hasta 2016 sólo 15% de la recolección de desechos en el país era selectiva. En ese mismo año, 8 entidades federativas no realizaban recolección de este tipo.

Según el PROMARNAT, Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020-2024) en el año 2017 sólo 24 de las 32 entidades realizan recolección selectiva de RSU.

En México, se recolectan por separado 5,281 t/día de residuos, alrededor del 5% del total de los residuos recolectados; 2,062 t/días correspondientes a la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) y 3,219 t/día a la Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FIRSU). De acuerdo con el CNGMD 2017, al cierre de 2018, 2 mil 269 municipios contaron con servicio de recolección de residuos sólidos urbanos. De los 188 que no contaron con dicho servicio, 142 reportaron que la principal práctica de la población para deshacerse de los residuos fue quemarlos. En cuanto a la recolección diaria de residuos, a nivel nacional se registró un promedio de 107 millones 055 mil 547 kilogramos, de ellos, 12.1% se recolectó de manera selectiva.

De los 2203 sitios de disposición final de residuos sólidos reportados para 2016, sólo 173 tenían infraestructura para una disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos recolectados y 2030 sitios de disposición final carecían de infraestructura para una correcta contención y control de las emisiones al aire, suelo y agua que resultan de la disposición de esos residuos.

En lo que se refiere a su disposición final, el 66.5% de los residuos son depositados en rellenos sanitarios, sin embargo, no se sabe con certeza en cuántos de ellos se cumplen las disposiciones que buscan garantizar que no existan afectaciones al medio ambiente circundante. En el país, sólo 15% de los rellenos sanitarios cuentan con geo-membrana; 16% con infraestructura para la captura de lixiviados, y poco menos del diez por ciento posee infraestructura para la captura de biogás. Al cierre de 2018, 2269 municipios contaron con servicio de recolección de residuos sólidos urbanos. De los 188 que no contaron con dicho servicio, 142 reportaron que la principal práctica de la población para deshacerse de los residuos fue quemarlos.

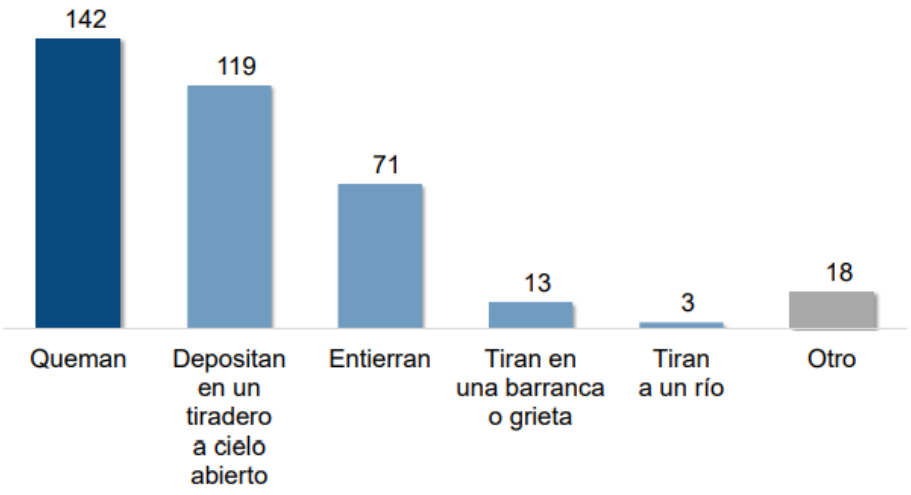


Figura 2.15 Municipios que no contaron con servicio de recolección de residuos, según prácticas para deshacerse de ellos

En el estado de Oaxaca se genera diariamente alrededor de 2, 694 toneladas de RSU, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. 19 Generación y recolección de residuos para el estado de Puebla.

Entidad federativa	Generación calculada (t/día)	Recolección (t/día promedio)	Promedio de cobertura (%)9
Oaxaca	3,538	1,985	56.11

Fuente: Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos Primera edición, mayo 2020.

En la siguiente tabla se muestra la posible generación de residuos sólidos urbanos durante los trabajos de preparación del sitio y construcción

Tabla 2. 20 Estimado de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU)

Periodicidad	Preparación del sitio y construcción
Diario	25 kg
Total, de la obra	11.700 kg 11.7 Ton

En los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Necaltepec no se cuenta con áreas específicas para el manejo y tratamiento de los residuos, los pobladores suelen quemar algunos residuos y llevar los residuos orgánicos a los terrenos de cultivo.

Las empresas contratistas tendrán prohibido disponer de los residuos sólidos urbanos en terrenos o quemarlos, para reducir la cantidad de residuos se recomienda la separación de madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales y orgánicos, de manera que puedan destinarse los correspondientes a empresas recicladoras de la región.

Los residuos de comida y fruta deberán depositarse en un foso en el suelo de 1 x 1 x 1 m combinando capa de residuos con tierra l, al abandonar el sitio deberá rellenarse con tierra.

Los residuos que no pueden ser reciclados serán almacenados temporalmente en tambos con tapa y rótulo en el patio de maquinaria para ser llevados al sitio destinado por la autoridad municipal correspondiente.

Se recomienda colectar casi diariamente en los frentes de trabajo este tipo de Residuos.

Residuos urbanos Líquidos

Los residuos líquidos que se generen de los sanitarios portátiles serán manejados a través de la empresa encargada de prestar el servicio de renta de los mismos para su tratamiento y disposición final.

II.3.3. Residuos de tratamiento especial.

La Norma NOM–161–SEMARNAT–2011 indica que se consideran residuos de manejo especial residuos específicos como son:

- Residuos de la construcción
- Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Neumáticos usados
- Autos usados al final de su vida útil

Y por otro lado se enfoca a ciertos generadores que conjuntan a muchos actores, como:

- Sector Salud
- Sector Transporte
- Tiendas departamentales
- Sector Tecnológico

Se requiere plan de manejo para las obras de construcción, mantenimiento y demolición que generen más de 80m^3. Como residuos de la construcción y demolición se consideran los siguientes:

- Material de excavación (Arcillosos, Granulares y Tepetatosos)
- Concreto (Simple, Armado, Asfálticos).
- Elementos mezclados prefabricados y pétreos (Fragmentos de Block, Tabique, Adoquín, Tubos, Ladrillos, Piedras, etc.).
- Otros (Madera, Cerámica, Plásticos y Plafón, Yeso, Muros Falsos, Materiales Ferrosos, Residuos Orgánicos producto del despalme)

La CMIC, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2014), estimó para el año 2018 una generación de 10.15 millones de toneladas. (25,000 Ton/día aproximadamente) de residuos derivados de la construcción y demolición.
El proyecto no considera levantamientos de carpetas existentes, ni demoliciones de estructuras, sin embargo de acuerdo al estudio topográfico el volumen de los cortes se estima en 61,326 m^3, que de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia (Anexo VIII.9) puede utilizarse como material de terraplenes, por lo tanto, no se utilizarían bancos de desperdicio ya que el material producto de despalme se propone para el recubrimiento de los taludes. Si existiera volumen de desperdicio se tendrá que tener un banco de desperdicio autorizado por SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca, toda vez que el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que *es facultad de las Entidades Federativas autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo*.

En este estudio No se propone la ubicación de los bancos de tiro debido a que son conceptos que le corresponden a las empresas contratistas siendo éstas las que ubicarán el sitio de acuerdo a su conveniencia en el concepto de acarreos y al acuerdo que lleguen con los ejidatarios para la ocupación de los terrenos, recalcando que deberán tramitar la autorización antes mencionada.

El resto de residuos correspondientes a concreto, elementos mezclados y prefabricados serán clasificados de forma que se permitan reciclar o reutilizar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental.

II.3.4. Residuos Peligrosos.

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

De acuerdo con el INGRP y el padrón de generadores de residuos peligrosos de la SEMARNAT, la generación total de residuos en México en el año 2017 fue de 2,447,596.58 t. Con base en la

categorización de generadores establecida en la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en 2017 existían 67,342 establecimientos de microgeneradores, en los cuales se generaron 14,197 toneladas de residuos peligrosos, asimismo 40,268 establecimientos e industrias de pequeños generadores, que generaron 116,560.91 toneladas, y 7,548 empresas industriales y establecimientos de grandes generadores, que generaron 2,316,838.10 toneladas a nivel nacional.

En la siguiente tabla se muestran datos numéricos respecto a residuos peligrosos para el estado de Oaxaca.

Tabla 2. 21 Cifras de residuos peligrosos para el Estado de Oaxaca .2019. Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR.

Entidad federativa	Generación estimada (t/año)	Empresas autorizadas de recolección y transporte	Empresas autorizadas para almacenamiento y acopio s	Capacidad total instalada (t/año)*	Empresas autorizadas para reciclaje	Capacidad total instalada (t/año)*
Oaxaca	3,197.22	2	1	5.76	2	2,854

Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades del mantenimiento y carga de combustible de la maquinaria pesada, así como envases vacíos e impregnados de grasas, aceites o lubricantes, filtros de aceites, aceites lubricantes usados, trapos impregnados de grasas y aceites.

En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente tóxicas e inflamables. Sin embargo y considerando la definición del párrafo anterior, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas. Sin embargo, para tener conocimiento de estas sustancias, hemos construido las siguientes tablas mencionando las sustancias peligrosas (por que poseen alguna de las características CRETIB) que se utilizan en la operación de la maquinaria y en la señalización.

Los residuos peligrosos, que se prevé generará el Proyecto serán los siguientes:

- Solventes y aceites usados;
- Filtros de aceite y combustible;
- Líquido anticongelante;
- Suelos contaminados con hidrocarburos;
- Aerosoles que hayan contenido sustancias peligrosas;
- Residuos de derrames de sustancias peligrosas.

II.3.5. Instalaciones para el manejo de residuos.

La infraestructura para la gestión integral de los residuos durante la ejecución del Proyecto tanto para su almacenamiento temporal, clasificación y preparación para transporte, está compuesta por:

- Sitios de acopio de Residuos en punto generador
- Patio de Gestión de Residuos Sólidos;
- Patio de Residuos Peligrosos.

Todo el personal que labore en la obra deberá estar informado sobre la obligación de depositar los residuos en los contenedores, según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas. El volumen de los contenedores debe estar acorde con los volúmenes generados.

Los residuos deberán permanecer el menor tiempo posible dentro de la obra. Para tal efecto, se debe suscribir contrato de servicio público de aseo o cumplir con el pago oportuno del servicio. Igualmente se debe garantizar la recolección, transporte y depósito final de residuos peligrosos por una empresa que cuente con las autorizaciones ambientales correspondientes.

II.3.5.1. Sitios de acopio de residuos en puntos generadores.

En los frentes de trabajo se colocarán contenedores rotulados para la disposición de residuos, éstos deberán vaciarse diariamente para llevar los residuos al almacén en un espacio determinado y conocido como "Sitio de acopio de residuos", a la espera de su transporte hacia el sitio de disposición final (Tiradero de Pisaflores o centros recicladores).



Figura 2. 15 Ejemplo de contenedores rotulados

Se capacitará al encargado del almacén y a la brigada encargada de la recolección de los residuos para que éstos no se mezclen.

Por otra parte, los residuos peligrosos que se puedan generar por operaciones de mantención de equipos, serán trasladados inmediatamente hacia el patio de residuos peligrosos.

II.3.6. Manejo y disposición de residuos no peligrosos.

Los residuos de características inertes tales como los domésticos y los industriales no peligrosos, serán recolectados desde los puntos de generación, en donde los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en bolsas de polietileno y los no peligrosos serán diferenciados en contenedores según el tipo de material con potencial de reciclaje. Estas serán cerradas al momento de ser retiradas desde los contenedores y una bolsa nueva será inmediatamente repuesta en el contenedor vacío. Los residuos no reciclables serán directamente dispuestos al relleno sanitario o tiradero municipal.

Los residuos domésticos no orgánicos e industriales no peligrosos que tengan potencial de reciclado o reúso serán transportados al patio de gestión de residuos, en esta instalación serán descargados en los sectores correspondientes a cada tipo de material. Existirán inicialmente áreas para maderas, metales no ferrosos y metales ferrosos, plásticos, papeles y cartones. Basándose en la tasa de generación de este tipo de residuos y los retornos por reusó y reciclado de los materiales, se implementarán otras áreas y reconfigurarán las inicialmente propuestas. Aquellos materiales del tipo domésticos o industriales no peligrosos que no sea posible reusar o reciclar, serán dispuestos en el relleno sanitario.

Los lineamientos de recolección, manipulación y transporte de residuos incluyen los siguientes:

- Se establecerá un programa de rutina para la recolección y disposición de los residuos no peligrosos.
- Se minimizará la manipulación de residuos durante la construcción para reducir los puntos de transferencia.
- Se implementarán procedimientos para limitar la generación de malos olores y la pérdida de residuos.



Fotografía 2. 4 Ejemplo de almacén de residuos

Los residuos sólidos urbanos, serán dispuestos en el tiradero municipal más cercano, por lo que las empresas contratistas deberán elaborar un convenio con el H. Ayuntamiento.

II.3.7. Manejo y disposición de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos serán manejados de forma independiente de los residuos no peligrosos, para ello, existirá un patio de almacenamiento de residuos peligrosos, el cual tendrá piso impermeable y sistemas de conducción y control de derrames de líquidos, que evitará el contacto de éstos con el suelo natural; contará con techo, cierre perimetral y control de acceso. La zona de almacenamiento estará diseñada para albergar contenedores transportables tipo tambor los cuales serán de tamaño apropiado y compatible con el residuo a almacenar. En estas instalaciones se almacenarán principalmente aceites y lubricantes usados. Los residuos peligrosos serán almacenados separadamente, de acuerdo a su grado de peligrosidad, para evitar contaminación entre ellos.

A continuación, se presentan los procedimientos específicos para el manejo y tratamiento de algunos residuos específicos de carácter peligroso:

Aceites y lubricantes usados:

Los aceites y lubricantes usados provenientes de los procesos de mantención de equipos serán almacenados en contenedores sellados en el Patio de gestión de residuos peligrosos.

Filtros de combustibles y aceites:

Durante la construcción se generarán filtros usados de combustible, provenientes de equipos y maquinarias. El manejo de estos materiales será responsabilidad del Jefe de Mantenimiento y su manejo será de la siguiente manera:

- Punzando los filtros y dejándolos drenar
- Recolectando el combustible drenado o el aceite usado, en el correspondiente contenedor para su almacenamiento y posterior disposición final en instalaciones autorizadas.
- Almacenando los filtros drenados en contenedores para residuos peligrosos.

Suelos afectados por hidrocarburos:

El manejo de los suelos afectados por hidrocarburos comprende su encapsulado en hormigón, o bien, envío para su tratamiento y disposición final a un operador externo autorizado para el manejo y tratamiento de residuos peligrosos.

La disposición final de los residuos peligrosos, se realizará a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT para dicho efecto.

II.4. EMISIONES A LA ATMOSFERA Y GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO.

En el proyecto de construcción del tramo carretero la liberación de emisiones de gases contaminantes proviene de la operación de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria, mezclas asfálticas en caliente, planta trituradora y planta de asfalto. Las partículas sólidas provienen del despalme y acarreo de materiales pétreos y cementantes (cal).
Las emisiones vehiculares son una gama de contaminantes que afectan al medio ambiente; hoy existe el reto y la prioridad de disminuir las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero) que contribuyen al cambio climático y que son acciones prioritarias dentro de los planes y programas ambientales nacionales e internacionales.

La maquinaria y vehículos utilizados para la construcción de la carretera funcionan con hidrocarburos fósiles (derivados del petróleo como la gasolina, el diésel) lo cuales 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. Estos contaminantes son el origen de la lluvia ácida (agua de lluvia con pH ácido), con repercusiones ambientales y afectaciones a la vegetación, fauna, construcciones y salud humana.
El proyecto tendrá posibles fuentes de contaminantes, por lo que en la siguiente tabla se identifican:

Tabla 2. 22 Identificación de emisiones a la atmósfera.

Etapa	Fuente de emisión	Emisión
Preparación del Sitio	Circulación de maquinaria y	monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)
	Desmonte y despalme	partículas suspendidas o material particulado (PM)
Construcción	Circulación de maquinaria y vehículos	monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)
	Planta de asfalto	
	Acarreos	partículas suspendidas o material particulado (PM)
	Operación planta trituradora	
	Colados	Partículas cementantes
Operación	Circulación de 300 a 500 veh./día	monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), compuestos orgánicos volátiles (COV)

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. La mayor proporción del CO emitido en áreas urbanas es generada por los vehículos automotores.

El término óxidos de nitrógeno (NOx) es un concepto amplio que incluye al monóxido de nitrógeno (NO), al bióxido de nitrógeno (NO_2) y a otros óxidos de nitrógeno menos comunes. La formación del NOx depende del contenido de nitrógeno en el combustible, y puede constituir hasta el 50% de las emisiones de NOx en combustibles con alto contenido de nitrógeno; principalmente el carbón y los combustibles pesados, como el diésel.

Los óxidos de azufre (SOx) incluyen al bióxido de azufre (SO_2) y a otros óxidos de este elemento. La magnitud de las emisiones de SOx de las fuentes de combustión depende del contenido de azufre en el combustible utilizado, que principalmente es el diésel.

Los compuestos orgánicos son emitidos a la atmósfera por diversas fuentes. Sin embargo, existe la consideración general de que los compuestos orgánicos son emitidos, principalmente, por fuentes de combustión o de evaporación. Los COV (compuestos orgánicos volátiles) son gases fotoquímicamente reactivos formados por hidrocarburos, que pueden participar en la formación de smog.

El término partículas suspendidas o material particulado (PM) se refiere a cualquier partícula sólida o líquida de hollín, polvo, aerosoles, humos y nieblas.

En el estado de Oaxaca, se cuenta con dos estaciones de monitoreo atmosférico:

1. estación CED ubicada en la colonia Centro de Oaxaca de Juárez
2. estación CHO ubicada en la colonia Santa Rosa Panzacola de Oaxaca de Juárez

En términos generales, hasta la fecha, en Oaxaca se presentan pocos casos de mala calidad del aire, de los cuales los más relevantes son los originados por las concentraciones de PM10 y PM2.5. En 2017, se registraron cuatro días en los que se rebasaron los límites de la NOM en la estación de monitoreo CHO. Y hasta mayo de 2018, no se han registrado excedencias a la norma en la estación CED.

Las concentraciones más altas de partículas PM10 se registran en los meses más fríos y decaen en la temporada de lluvias, manteniéndose prácticamente estables el resto del año. Por lo que respecta a PM2.5, durante abril y mayo se han registrado las mayores concentraciones de este contaminante.

De acuerdo al Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca, 2018, se presenta el siguiente inventario de emisiones:

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	6665	3925	99603	2827	7235	1203	87
Fuentes de área	45444	39774	1987	295056	21093	278820	64896
Fuentes móviles	1289	1181	612	103574	27030	8123	166
Móviles no carreteros	70	69	525	508	3318	154	NE
Fuentes naturales	NA	NA	NA	NA	103694	2034065	NA
TOTAL	53468	44950	102726	401965	162369	2322185	65149

Figura 2. 16 Inventario Estatal de Emisiones, 2016

Las fuentes antropogénicas de emisión principales identificadas son, primero, las fuentes fijas, en particular la industria del petróleo y petroquímica, por sus emisiones de SO_2, y la industria de alimentos y bebidas, en el caso de emisiones de PM10 y PM2.5. También están las fuentes móviles, con aportaciones importantes de emisiones de CO, COV y NOX, sobre lo que es importante recalcar que la mayor parte de la flota vehicular en el estado se concentra en la ZMCO (Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca) y, por tanto, es donde hay mayor aporte de emisión para esta categoría. Y, finalmente, tenemos las fuentes de área, de las sobresalen la combustión doméstica de leña, también con emisiones importantes de partículas (aunque con una incertidumbre importante en cuanto a los datos de actividad), el uso de solventes domésticos con emisiones relevantes de COV y otras, como las emisiones ganaderas de NH3 y las quemas agrícolas y los incendios forestales, estas dos últimas también importantes en términos de emisión de partículas.

La siguiente figura corresponde a las emisiones de Gases de efecto invernadero en el estado de Oaxaca:

Fuente de emisión	Emisiones				
	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	Total
1.Energía	8179	194	104	NA	8476
2.Procesos industriales y uso de productos	749	NA	NA	93	842
3. AFOLU	2447	3278	2271	NA	7996
4. Desechos	NA	589	65	NA	654
5. Emisiones por consumo de electricidad	1216	1	5	NA	1223

TOTAL	12591	4061	2445	93	19191

Figura 2. 17 Inventario Estatal de GEI 2013. (Gg CO2eq/año)
Fuente: Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca, 2018

En 2013, Oaxaca emitió alrededor del 2.8% de las emisiones totales del país de bióxido de carbono equivalente (CO2eq).

La principal fuente generadora de las 7000 toneladas de carbono negro (CN) en el estado de Oaxaca es la quema de biomasa, donde destaca el bagazo y la leña, ambos combustibles usados de manera intensiva en las actividades de preparación de alimentos y calefacción, así como en la producción de energía eléctrica y térmica en la industria azucarera. La quema de estos combustibles contribuye con casi 50% de las emisiones del inventario de CN, seguido de los incendios forestales.

En cuanto al subsector transporte, el autotransporte de carga y de pasajeros a diésel son los mayores contribuyentes, debido al alto contenido de CN en las PM2.5, producto de la quema de este combustible. Una aportación importante en este inventario es la estimación de las emisiones de CN de la categoría de vehículos denominados no carreteros, como tractores y maquinaria de construcción, que consumen considerables cantidades de diésel, contribuyendo con aproximadamente 6% del total de este inventario.

En este apartado se presentan las subcategorías y la magnitud de las emisiones que conforman las fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera para los municipios de Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola, Oaxaca, considerados en el Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (SIINEM).

Tabla 2. 23 Desagregado por subsector de emisiones contaminantes criterio, Inventario de Emisiones Santiago Nacaltepec, Oaxaca 2016 (ton/año).

Fuente de Emisión	Categoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Área	Agropecuarias	11.01	4.68	0.10	19.33	0.89	2.27	18.31
Área	Fuentes industriales ligeras y comerciales	0.15	0.12		0.29	0.01	0.02	
Área	Fuentes misceláneas	0.05	0.01		0.00	0.00	0.00	9.28
Área	Manejo de Residuos	0.05	0.05	0.00	0.12	0.01	0.01	
Área	Quema de combustibles: Combustión agrícola	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
Área	Quema de combustibles: Combustión comercial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Área	Quema de combustibles: Combustión doméstica	27.91	26.87	0.80	326.02	9.72	71.84	0.00
Área	Uso de Solventes							
Área	Quemas agrícolas	3.02	2.91	0.10	19.33	0.89	2.24	0.39
Área	Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo						3.52	
Área	Fuentes industriales ligeras y comerciales	0.15	0.12		0.29	0.01	0.02	
Área	Caminos pavimentados y no pavimentados	0.05	0.01					
Área	Incendios forestales							
Área	Aguas residuales							

Área	Rellenos sanitarios							
Área	Quema de combustibles en fuentes estacionarias	27.91	26.87	0.80	326.03	9.73	71.84	0.00
Área	Asfaltado						0.75	
Área	Manejo y distribución de combustibles							
Móviles	Autos particulares	0.00	0.00	0.01	2.03	0.41	0.24	0.00
Móviles	Camionetas particulares							
Móviles	Combi							
Móviles	Motocicletas							
Móviles	Pickup y Veh<3.8Ton	0.01	0.01	0.02	4.49	0.90	0.46	0.01
Móviles	Taxi	0.00	0.00	0.03	4.70	1.53	0.31	0.01
Móviles	Maquinaria agrícola	0.11	0.11	0.02	0.66	0.90	0.11	
Móviles	Autobús							
Móviles	Tractocamión							
Móviles	Veh>3.8Ton							
Naturales	Emisiones biogénicas					166.65	3,261.01	

Fuente: Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (SIINEM).

Tabla 2. 24 Desagregado por subsector de emisiones contaminantes criterio, Inventario de Emisiones San Jerónimo Sosola, Oaxaca 2016 (ton/año).

Fuente de Emisión	Categoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Área	Agropecuarias	9.82	3.70	0.07	13.33	0.62	1.62	19.76
Área	Fuentes industriales ligeras y comerciales	0.19	0.15		0.39	0.01	0.21	
Área	Fuentes misceláneas	0.07	0.02		0.00	0.00	0.01	6.45
Área	Manejo de Residuos	0.05	0.05	0.00	0.11	0.01	0.01	
Área	Quema de combustibles: Combustión agrícola	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
Área	Quema de combustibles: Combustión comercial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Área	Quema de combustibles: Combustión doméstica	30.87	29.72	0.88	360.62	10.77	79.46	0.00
Área	Uso de Solventes						6.16	
Área	Quemas agrícolas	2.09	2.01	0.07	13.33	0.62	1.55	0.27
Área	Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo						4.24	
Área	Fuentes industriales ligeras y comerciales	0.19	0.15		0.39	0.01	0.21	
Área	Caminos pavimentados y no pavimentados	0.07	0.02					
Área	Incendios forestales							
Área	Aguas residuales							
Área	Rellenos sanitarios							
Área	Quema de combustibles en fuentes estacionarias	30.97	29.72	0.88	360.62	10.77	79.46	0.00
Área	Asfaltado						1.23	
Área	Manejo y distribución de combustibles							
Móviles	Autos particulares	0.01	0.01	0.03	6.21	1.27	0.73	0.01

Móviles	Camionetas particulares	0.00	0.00	0.00	0.15	0.03	0.02	0.00
Móviles	Combi							
Móviles	Motocicletas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00
Móviles	Pickup y Veh<3.8Ton	0.01	0.01	0.03	5.00	1.00	0.52	0.01
Móviles	Taxi							
Móviles	Maquinaria agrícola	0.11	0.11	0.02	0.66	0.90	0.11	
Móviles	Autobús							
Móviles	Tractocamión							
Móviles	Veh>3.8Ton							
Naturales	Emisiones biogénicas					175.31	2,377.05	

Fuente: Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (SIINEM).

Para Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola, la quema de combustibles por combustión doméstica y quema de combustibles en fuentes estacionarias son las fuentes con mayor emisión de gases, al menos en el año de registro de 2016.

En la siguiente figura se muestra la calidad del aire, consultada en la aplicación de IQAir el 10 de octubre del 2023, considerado en un rango de buena calidad

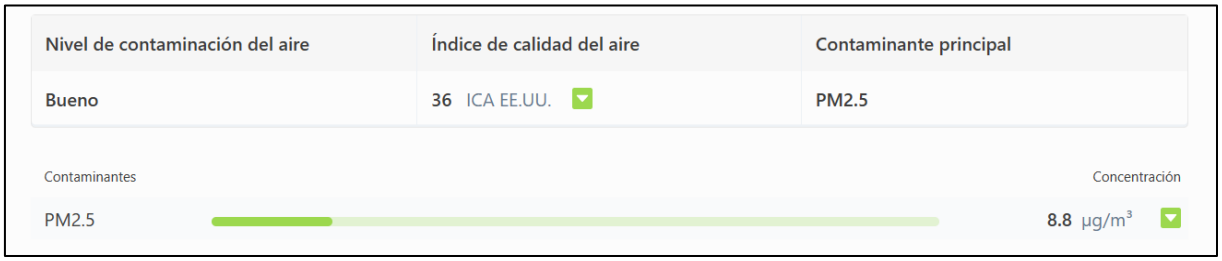


Figura II. 1 Calidad del aire Santiago Nacaltepec

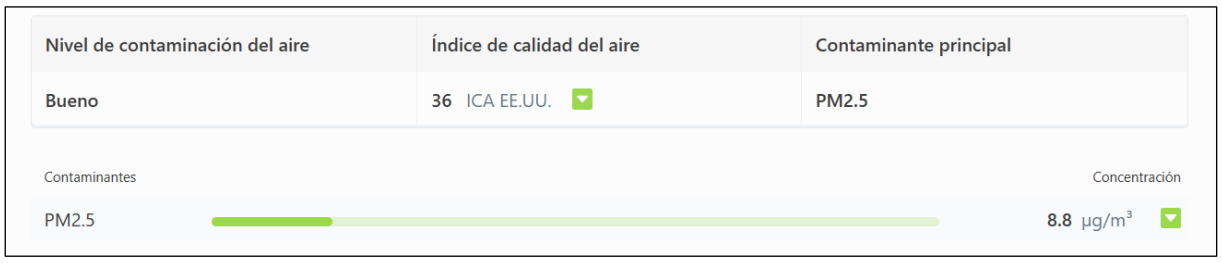


Figura II. 23 Calidad del aire San Jerónimo Sosola

Para disminuir la emisión de gases efecto invernadero contaminantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el caso de fuentes móviles se cumplirá con la 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. Esta NOM es obligatoria para los responsables de vehículos automotores con excepción, entre otros, de la

maquinaria dedicada a la industria de la construcción, sin embargo, el adecuado mantenimiento de dicha maquinaria evitará emisiones y ruido innecesarios generados por los vehículos y maquinaria.

Las empresas contratistas deberán aplicar riego periódico y humedecer materiales de construcción de terraplenes, terracerías, bases y subbases, usar lonas en camiones y prohibir actividades que puedan ser riesgo de incendio.

La operación de la planta trituradora consiste en la ruptura y molienda de materiales pétreos, por lo que existe un aumento de los niveles de emisión de partículas sólidas suspendidas, debido a los movimientos de esos materiales. Las bandas transportadoras y las tolvas deberán cubrirse con lonas. Para el transporte de materiales se deberán cubrir los camiones con lonas y de ser posible transportar los materiales húmedos. También se sugiere la colocación de telas plásticas anti polvos alrededor de la planta en las cercas que delimitan el área, así como ubicar las plantas considerando vientos dominantes.

La operación de la planta de asfalto generará emisiones de gases, producto de la combustión incompleta de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles que actúan como aditivos, que escapan de los equipos de control de vapores y se incorporan a la atmósfera.
La emisión de gases de combustión a la atmósfera en plantas de asfalto es controlable si se maneja monitoreo periódico al que están obligadas todas las industrias, en relación a gases de combustión e isocinéticos.

En la etapa de operación del camino modernizado, la circulación vehicular generará emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Referencias

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). Evolución de la Economía de los Países Miembros de la FIIC 2014-2015. Primera Edición, 2015.

H. Ayuntamiento de San Jerónimo Sosola, Etla, Oaxaca. Plan Municipal de Desarrollo. 2014-2016

H. Ayuntamiento de Santiago Nacaltepec, Oaxaca. Plan Municipal de Desarrollo. 2020 -2022

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) México. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017. Memoria de actividades.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019. Presentación de resultados generales. Actualización: 26 de agosto de 2020.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos Primera edición, mayo 2020.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última Reforma DOF 18-01-2021.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

SEMAEDESO, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca. 2018

“E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca.”

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO

Contenido

III. VINCULACIÓN JURÍDICA AMBIENTAL 87

III.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 87

III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 89

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 89
III.2.2. Ordenamientos ecológicos regionales y locales 97
III.2.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca 97

III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 103

III.4. SITIOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 105

III.4.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 105
III.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias 107
III.4.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias 109

III.5. PLANES DE DESARROLLO 110

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024 110
III.5.2 Planes Estatales de Desarrollo 112
III.5.2.1 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022 - 2028. 112
III.5.4 Plan Municipal de Desarrollo 116
III.5.3. Planes Sectoriales 117

III.6. NORMATIVIDAD APLICABLE 122

III.6.1. Leyes Federales 122
III.6.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 122
III.6.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental 123
III.6.1.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. 125
III.6.1.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 126
III.6.1.7 Ley general de vida silvestre. 128
III.6.1.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 129

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS **131**

Índice de Tablas

Tabla 3. 1 Listado de instrumentos jurídicos vinculantes al proyecto y su sistema ambiental como resultados del análisis SIGEIA. 88
Tabla 3. 2 Características de las Unidades Ambientales Biofísicas. 91
Tabla 3. 3 Descripción del estado actual del medio ambiente de las UAB´s (2008) 92
Tabla 3. 4 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 70, 71 y 128. 93
Tabla 3. 5 Vinculación del proyecto con las políticas de la UAB 42 96
Tabla 3. 6 Características de la política conservación con aprovechamiento 99
Tabla 3. 7 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de las UGA´s 004, 019 y 055 100
Tabla 3. 8 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca 103
Tabla 3. 9 Características de la AICA 26, Valle de Tehuacán- Cuicatlán (G-2) del estado de Puebla y Oaxaca 106
Tabla 3. 10 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo. 115
Tabla 3. 11 Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de San Jerónimo Sosola, Oaxaca. 117
Tabla 3. 12 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 118
Tabla 3. 13 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 120
Tabla 3. 14 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto 131

Índice de Figuras

Figura 3. 1 Localización del análisis jurídico aplicado al trazo del proyecto en la localidad de Santa María Tejotepec. 88
Figura 3. 2 Localización de UAB´s del estado de Oaxaca Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012 90
Figura 3. 3 Ubicación del trazo del proyecto y de las UAB´s generadas por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 91
Figura 3. 4 Etapas de la fase de formulación del POERTEO 97
Figura 3. 5 UGAs del estado de Oaxaca de acuerdo al POERTEO. 98
Figura 3. 6 Ubicación del eje del proyecto de acuerdo a las UGA´s 99
Figura 3. 7 Localización de sitio del proyecto y las ANPs más cercanas al mismo. 104
Figura 3. 8 Área de Importancia para la Conservación de las Aves 106
Figura 3. 9 Localización de la Región Terrestre Prioritaria: Sierras del norte de Oaxaca-Mixe 108
Figura 3. 10 Localización del proyecto y las Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas 110

III. VINCULACIÓN JURÍDICA AMBIENTAL

El objetivo de este capítulo es describir como se vinculan los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos ambientales relacionados con la evaluación de impacto ambiental con el proyecto de mejoramiento de un camino alimentador existente y en operación: **"E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km. 0+000 al km. 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km. ubicado en el estado de Oaxaca".** Establecidos en el reglamento de Materia de Impacto Ambiental (CDHCU], 2000b) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (CDHCU], 2022), bajo el precepto básico que establece el derecho a un medio ambiente sano, indicado en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión [CDHCU], 2021). La vinculación considera la interacción entre los elementos bióticos y abióticos del sitio del proyecto, respecto a la normatividad, planes y programas de carácter federal, estatal, municipal y/o local que inciden en el sitio del proyecto y en el Sistema Ambiental Regional (SAR), mostrando su concordancia con el cuidado al medio ambiente y la preservación del equilibrio ecológico de sus ecosistemas.

III.1. Análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental

El Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es utilizado para realizar un análisis que permite identificar las condiciones ambientales del sitio sujeto a evaluación del impacto ambiental y verificar si se encuentra total o parcialmente dentro de algún área de importancia ambiental, de igual forma, si cuenta o no, con objetos de conservación que requieren de atención prioritaria. Para el caso de este proyecto, el sitio donde se llevará a cabo se muestra en la figura 1.

En la tabla 1, se muestran los resultados del análisis del SIGEIA en donde se enlistan todos los instrumentos jurídicos vinculantes del proyecto, sólo atenderá: el Programa Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca (POERTEO), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). Lo mismo ocurre en el SAR en el que se inserta el proyecto, entendiéndolo como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la localidad de Santa María Tejotepec en el municipio de San Jerónimo Sosola, Oax. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2017).

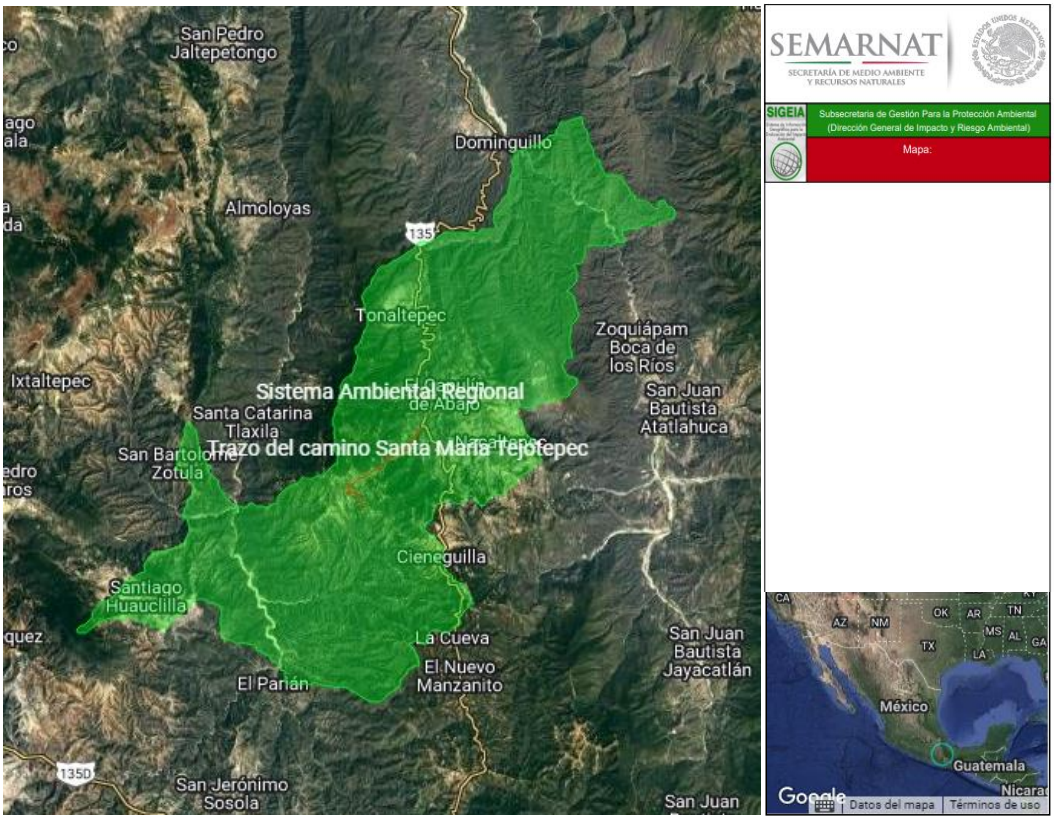


Figura 3. 1 Localización del análisis jurídico aplicado al trazo del proyecto en la localidad de Santa María Tejotepec.

Fuente: SIGEIA; SEMARNAT

Tabla 3. 1 Listado de instrumentos jurídicos vinculantes al proyecto y su *sistema ambiental* como resultados del análisis SIGEIA.

Categoría	Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Sitio del proyecto	SAR
Instrumentos Jurídicos Vinculantes	OE Local	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Regional 1	**Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca,**	**Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca,**
	Regional 2	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Regional 3	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Regional 4	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	OE Marino	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	POEGT	Sierras Orientales de Oaxaca Sur (UAB 71)	Sierras Orientales de Oaxaca Norte (UAB 70); Sierras Orientales de Oaxaca Sur (UAB 71) Sierras de Oaxaca, Puebla y Veracruz (UAB 128).
	OE Poligonal envolvente	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	ANP Federal	No hay capas que se intersecan	**Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán**

	Áreas destinadas voluntariamente a la Conservación	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	ANP Federal Zonas núcleo	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	ANP Zonificación	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	ANP Estatal	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	ANP Municipal	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Instrumentos Urbanos	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
Importancia Ambiental	Manglares	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Humedales	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Sitios RAMSAR	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	AICA	No hay capas que se intersecan	**Valle de Techuacán - Cuicatlán (AICA 26)**
	Regiones Hidrológicas Prioritarias	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Regiones Marinas Prioritarias	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que se intersecan	**Valle de Techuacán - Cuicatlán**
	UMAS	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan
	Comunidades Indígenas	No hay capas que se intersecan	No hay capas que se intersecan

Fuente: SIGEIA. SEMARNAT

III.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio

El Ordenamiento Ecológico del Territorio representa un instrumento de planeación del desarrollo nacional y la regulación ambiental de los asentamientos humanos. De él se desprende, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), busca regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Están definidas cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: el general del territorio, regional, local y marino (CDHCU, 2022).

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El *Programa Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)* establece los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; así como las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones y actividades humanas. Para alcanzar los objetivos

establece una regionalización ecológica del territorio nacional basada en unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo (SEMARNAT, 2012). De dichos factores se determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades, el resultado de la diferenciación del territorio nacional se ha determinado en 145 unidades denominadas *Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).* En la figura 2, se muestra la ubicación de las UAB´s del estado de Oaxaca.

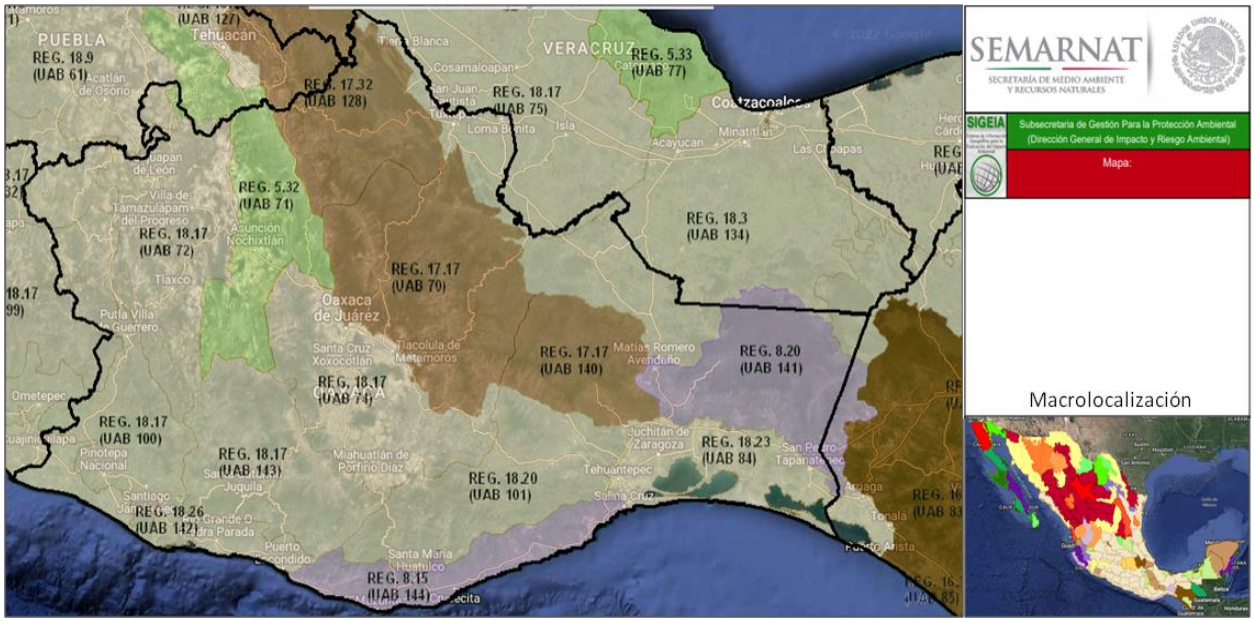


Figura 3. 2 Localización de UAB´s del estado de Oaxaca

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012

De acuerdo con lo que establece el POEGT, el proyecto se localiza en las UAB´s: Sierras Orientales de Oaxaca Norte (UAB 70) región ecológica 17.17; Sierras Orientales de Oaxaca Sur (UAB 71) región ecológica 5.32; Sierras de Oaxaca, Puebla y Veracruz (UAB 128), región ecológica 17.32 (ver figura 3.3). En la tabla 2, se presentan las características de cada UAB.

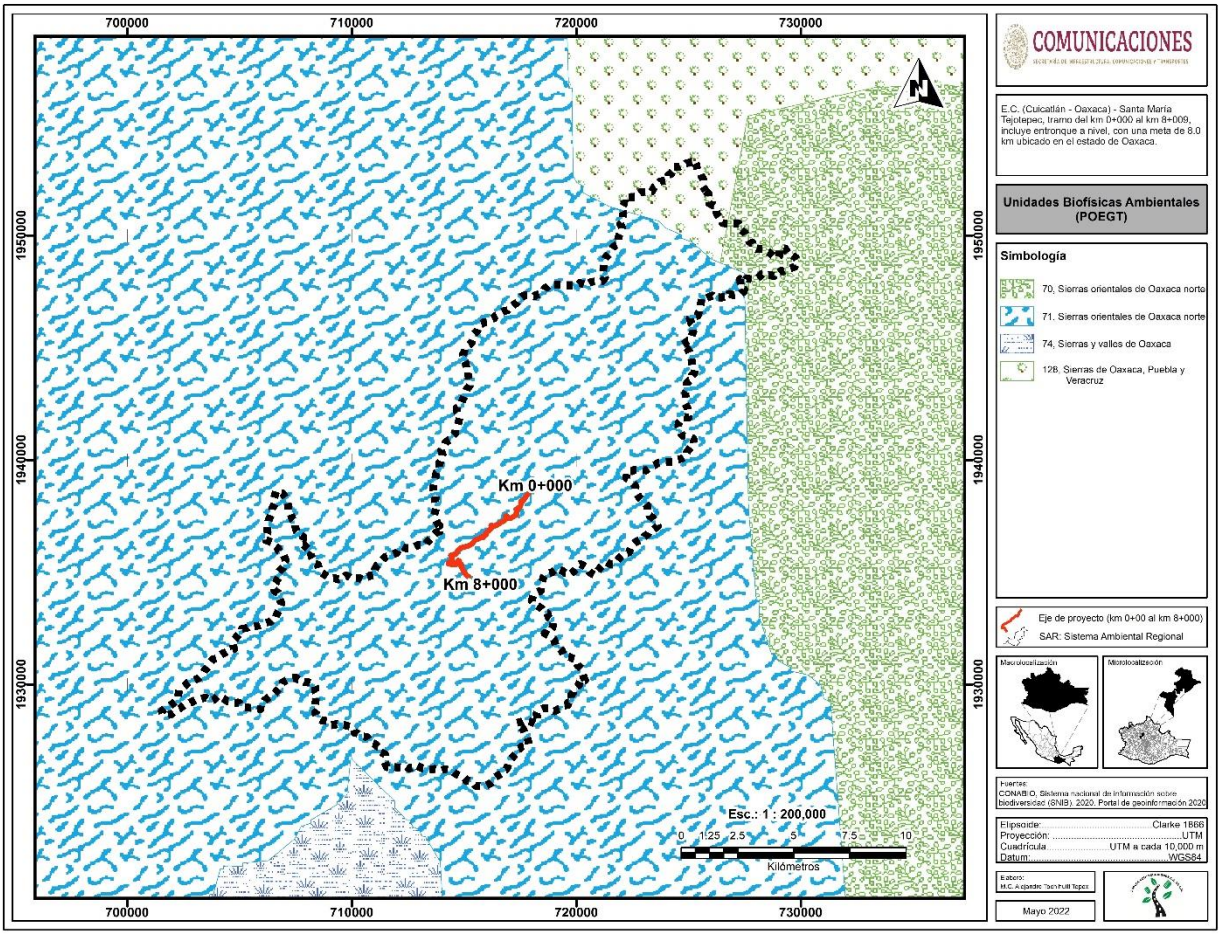


Figura 3. 3 Ubicación del trazo del proyecto y de las UAB´s generadas por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Fuente: POEGT, 2012.

Tabla 3. 2 Características de las Unidades Ambientales Biofísicas.

Región Ecológica:	**5.32**	**17.17**	**17.32**
UAB:	**71**	**70**	**128**
Nombre de la UAB:	Sierra nororiental de Oaxaca	Sierras Orientales de Oaxaca Norte	Sierra de Oaxaca, Puebla y Veracruz
Política ambiental:	Preservación, Aprovechamiento sustentable y Restauración	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Nivel de atención prioritaria:	Alta	Media	Muy Alta
Rectores del desarrollo:	Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Preservación de Flora y Fauna
Coadyuvantes del desarrollo:	Forestal	Agricultura -Preservación de Flora y Fauna	Forestal

Asociados del desarrollo:	Agricultura -Minería	Ganadería -Minería -Poblacional -Turismo	Agricultura -Ganadería
Otros sectores de interés:	Ganadería	-----	Minería -Pueblos Indígenas -Turismo
Superficie	7,815.74	11,077 km^2	9,377.39 km^2
Región indígena:	Chinanteca	Chinanteca	Chinanteca
Corto plazo:	Inestable. Conflicto Sectorial Medio	Inestable. Conflicto Sectorial Nulo	Crítico. Conflicto Sectorial Bajo.
Población	115,852	239,600 habitantes	736,219 habitantes
Largo Plazo 2033	**Muy crítico**	**Inestable a crítico**	**Muy Crítico**

El estado actual del medio ambiente de las UAB´s(2008) donde se ubica el sitio del proyecto, de acuerdo al POEGT se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. 3 Descripción del estado actual del medio ambiente de las UAB´s (2008)

Estado actual del medio ambiente	UAB 70					UAB 71					UAB 128				
	MA	A	M	B	MB	MA	A	M	B	MB	MA	A	M	B	MB
Superficie de ANP	Sin ANP						X								X
Degradación de suelos			X					X			X				
Degradación de vegetación		X					X					X			
Degradación por desertificación				X					X					X	
Modificación antropogénica				X						X				X	
Longitud de carreteras				X					X					X	
% de zonas urbanas					X					X					X
Densidad de población				X						X				X	
Marginación social		X					X				X				
Índice medio de educación					X					X					X
Índice medio de salud				X					X					X	
Hacinamiento en la vivienda		X					X				X				
Indicador de consolidación de vivienda					X				X						X
Indicador de capitalización industrial					X					X					X
% tasa de dependencia económica municipal			X					X					X		
% trabajadores por actividades remuneradas por municipios					X					X					X
Uso de suelo forestal y agrícola	Sin información					Forestal, agrícola y pecuario					Forestal y agrícola				
Disponibilidad de agua superficial	Con disponibilidad					Con disponibilidad					Con disponibilidad				
Disponibilidad de agua subterránea	Con disponibilidad					Con disponibilidad					Con disponibilidad				
% de cuerpos de agua	Sin información					Sin información					X				
Porcentaje de Zona Funcional		X					X					X			
Actividades agrícola	Sin información					De subsistencia					Carácter campesino				
Importancia de la actividad minera		X							X				x		
Importancia de la actividad ganadera		X							X					X	

Nota: MA - Muy Alto; A - Alto; M - Medio; B - Bajo; MB - Muy Bajo

Por otro lado, en relación con las estrategias sectoriales asignadas a la UAB 70, 71 y 128, en la tabla 4 se describe su vinculación con el proyecto.

Tabla 3. 4 Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 70, 71 y 128.

I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
	UAB	**Estrategias**	**Vinculación**
A) Preservación	**70, 71**	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto consiste en el mejoramiento del camino existente de terracería que conduce a Santa María Tejotepec, partiendo del municipio de Santiago Necaltepec, al municipio de San Jerónimo Sosola en Oaxaca. Para la conservación de su ecosistema se han planteado diversos programas que contribuyen a la identificación, rescate y de ser necesario la reubicación de flora y fauna silvestre, un programa de reforestación de 2.3 ha con especies nativas y de conservación de suelos. Por las características del proyecto es necesario implementar medidas de mitigación para cada fase del proyecto con el fin de proteger el medio ambiente.
	70, 71	2. Recuperación de especies en riesgo.	Derivado del trabajo de campo para identificar especies de flora y fauna que pudieran ser impactadas por actividades del proyecto, además que cuenten con un estatus de protección. Por tanto, se establecieron medidas de mitigación y prevención, orientadas a su protección y conservación de dichas especies con la finalidad minimizar los impactos generados por el proyecto. Algunas de las acciones van desde el ahuyentamiento de la fauna al inicio de los trabajos o implementar un vivero para resguardo de las especies hasta su posterior propagación.
	70, 71	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Los resultados de la fase de campo de la evaluación del impacto, brindan datos e información del estatus de la flora y fauna que se encuentra en el sitio del proyecto y en el SAR. Aún cuando el proyecto consiste en el mejoramiento de un camino ya existente, la información recaba en campo permite tener un diagnóstico del estado actual de las especies tanto de flora como fauna y su hábitat. Se identificaron tres especies de flora de importancia ambiental como: la Azucena amarilla (*Prosthechea citrina),* colorin *(Erythrina americana) y la* palma abanico *(Brahea dulcis).*
B) Aprovechamiento sustentable	**70, 71, 128**	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplican. El desarrollo de las diversas etapas de este proyecto no requiere el aprovechamiento de recursos naturales, tampoco se realizaran actividades relacionadas con el aprovechamiento agrícola o forestal ya que el proyecto consiste en el mejoramiento de un camino ya en operación.
	70, 71, 128	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	70, 71, 128	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	128	7 Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	No aplica. El proyecto no implica un aprovechamiento forestal, la zona de afectación está cubierta por vegetación secundaria arbórea de Bosque de Encino-Pino y el uso de suelo es agricultura de temporal anual, sin embargo se generó un programa de reforestación del sitio con especies nativas con una superficie de 2.3 ha.

	128	8. Valoración de los servicios ambientales.	Para el desarrollo del proyecto se tomaran acciones que contribuyan a la conservación de los ecosistemas y a su equilibrio, de tal manera que los servicios ambientales sean mínimamente afectados y permitan su recuperación en el mediano plazo, es importante aclarar que la valoración de los servicios ambientales no es objetivo de este proyecto.
C) Protección de los recursos naturales	**70, 128**	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No aplica. Por la naturaleza del proyecto no se trata de reglamentar, sin en cambio, si se atiende la reglamentación sobre impacto ambiental y demás normatividad en materia ambiental, para tal efecto tienen contempladas acciones de reforestación y conservación de suelos que permiten mantener la recarga de agua hacia los acuíferos y evitar la erosión. Es importante aclarar que el proyecto no generará afectaciones a las cuencas ni acuíferos de la zona, y entre sus objetivos no se encuentra la protección de los mismos, no obstante, se tomaran acciones para no generar cambios significativos del ciclo hidrológico dando prioridad al mantenimiento de las condiciones naturales del sitio.
	70, 128	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	
	70, 128	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	
	70, 71, 128	12. Protección de los ecosistemas.	
	70, 71, 128	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Para la reforestación no se utilizaran agroquímicos, a cambio se hará uso de biofertilizantes que permitan el mejor desarrollo de las plantas sin generar cambios significativos al suelo.
D) Restauración	**70, 71, 128**	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica. El proyecto contempla acciones de restauración de suelos, en particular de aquellas áreas con afectación de manera temporal generados por cortes durante el proyecto
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**70, 71, 128**	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No aplica
	70, 71, 128	15bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	70, 128	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica
	70, 128	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica
	70, 128	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica
II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
A) Suelo Urbano y Vivienda	**70, 71, 128**	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No aplica, el proyecto no busca mejorar las condiciones de vivienda, sin embargo, al mejorar la movilidad de la población se cubren necesidades básicas como el acceso a la alimentación, al trasladarse de un lugar a otro por víveres o el intercambio de sus mercancías, ya sea del

			campo o mercados locales; posibilita el derecho a la salud al tener acceso a servicios médicos; acceso a centros de trabajo y/o educativos reduciendo tiempos de traslado, todo lo anterior se logra con más y mejores vialidades.
B) Zonas de riesgo y prevención de Contingencias	**70, 71, 128**	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica.
	70, 71, 128	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	
C) Agua y Saneamiento	**70, 71, 128**	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No aplican
	70, 128	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	70, 128	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo social	**70**	**33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No aplica
	70	**34.** Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	No aplica, sin embargo el proyecto contribuye a mejorar las condiciones de comunicación entre comunidades rurales.
	70, 128	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No aplican. Corresponde a otras autoridades (local, estatal o federal) generar acciones para cumplir estas estrategias; sin embargo, el proyecto al tratarse de la modernización de una vía general de comunicación contribuye a fomentar el desarrollo de las comunidades, el intercambio de bienes y servicios, la realización de actividades productivas y la integración de las comunidades cercanas a la vialidad.
	70, 71, 128	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.	No aplica
	71, 128	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica

	70, 128	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica
	70	**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.	
	70	**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	**70, 128**	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**70, 128**	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica
	70, 128	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto se alinea a las estrategias del POERTEO y atiende a una necesidad urgente de la población para mejorar su movilidad y el desarrollo de sus comunidades.

Fuente: POEGT, 2012.

Para el caso de la UAB 70, 71 y 128 las políticas marcadas son: restauración y aprovechamiento sustentable, cuya vinculación se presenta en la tabla 5.

Tabla 3. 5 Vinculación del proyecto con las políticas de la UAB 42.

Definición	Vinculación
Restauración. - Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y establecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales, como lo indica la LGEEPA (CDHCU, 2022b) en su Artículo 3, fracción XXXIII.	En los capítulos V y VI de este documento, se manifiestan las estrategias, medidas de prevención, mitigación y/o en su caso de compensación y los programas ambientales, por lo que el proyecto es congruente con esta política, ya que permitirán dar continuidad a los procesos naturales de la zona impactada, cumpliendo la normatividad vigente.
Aprovechamiento sustentable. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Fracción III, Art. 3. LGEEPA (CDHCU, 2022b)	El desarrollo del proyecto corresponde a la modernización del camino y no se hará uso ni aprovechamiento de los recursos naturales como la flora y la fauna en ninguna de sus etapas. Sin embargo, dentro de los programas ambientales propuestos se toman acciones para su protección y conservación aplicables durante las diferentes etapas del proceso de construcción del proyecto.

Preservación. Conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales. Fracción XXV del Art. 3. LGEEPA (CDHCU, 2022b)	La modernización del camino de Santa María Tejotepec, Oaxaca, es una obra pública que provoca cambios sustantivos al medio ambiente en el sitio del proyecto. Para minimizar dichos impactos al ecosistema se han diseñado medidas de mitigación y preservación de los recursos naturales cuyos resultados son verificables en el corto plazo. Además los muestreos de flora y fauna en campo permiten tener un punto de referencia para una futura evaluación de sitio.

III.2.2. Ordenamientos ecológicos regionales y locales

El municipio de Santa María Tejotepec, Oaxaca donde se llevará a cabo el proyecto no cuenta con un ordenamiento Municipal o Local al que se debería alinearse el proyecto. Atiende los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).

III.2.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

El ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental, entre sus objetivos están: asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral; 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; establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y favorecer los usos de suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso. (Gobierno del estado de Oaxaca,[GEO] 2016)[5]

El proceso de ordenamiento ecológico en su fase de *formulación* considera cuatro etapas para la generación del programa, las cuales se describen en la figura 3.4.

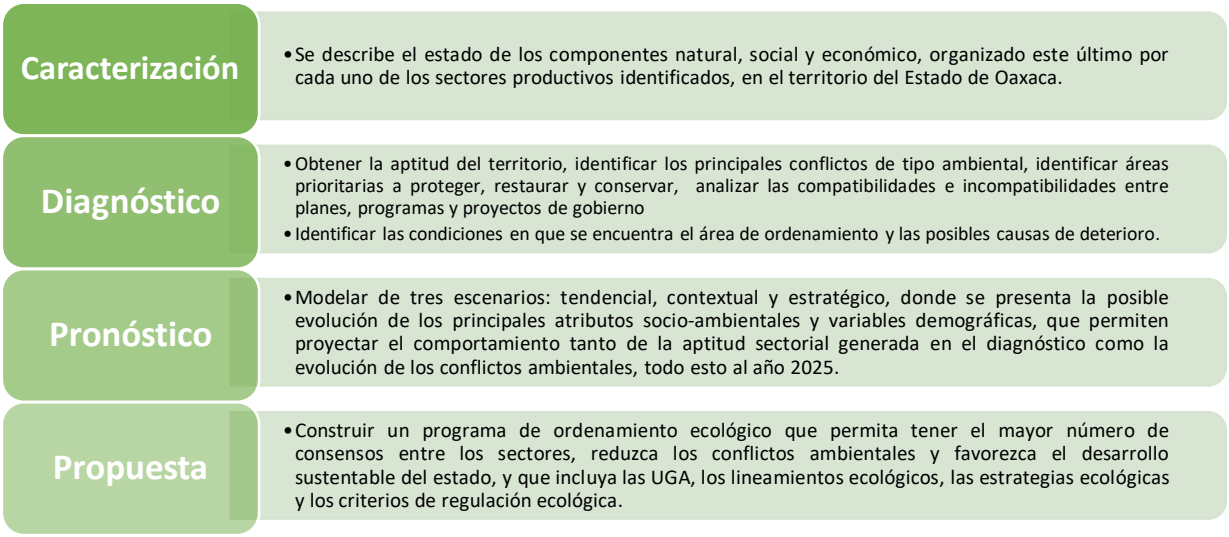


Figura 3. 4 **Etapas de la fase de formulación del POERTEO**

Fuente: POERTEO, 2016

La base del ordenamiento esta en las *Unidades de Gestión Ambiental (UGA)* definidas como la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico a la que se asigna lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio. Dichas UGA´s están representadas en un sistema de información geográfica.

De manera puntual el POERTEO distribuyó el territorio de Oaxaca en 55 UGA´s con estrategias y criterios específicos de regulación ecológica. En el caso del sitio de este proyecto se identificaron las políticas ecológicas aplicables para cada una de las UGA´s involucradas así como sus criterios ecológicos, determinando su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto dará cumplimiento a dichas políticas y criterios ecológicos. Además las UGA´s son la base para la definición de las cuatro políticas ambientales: a) Política de Aprovechamiento; b) Política de Conservación: c) Política de Restauración; d) Política de Protección. En la figura 3.5, se muestra la zonificación del POERTEO.

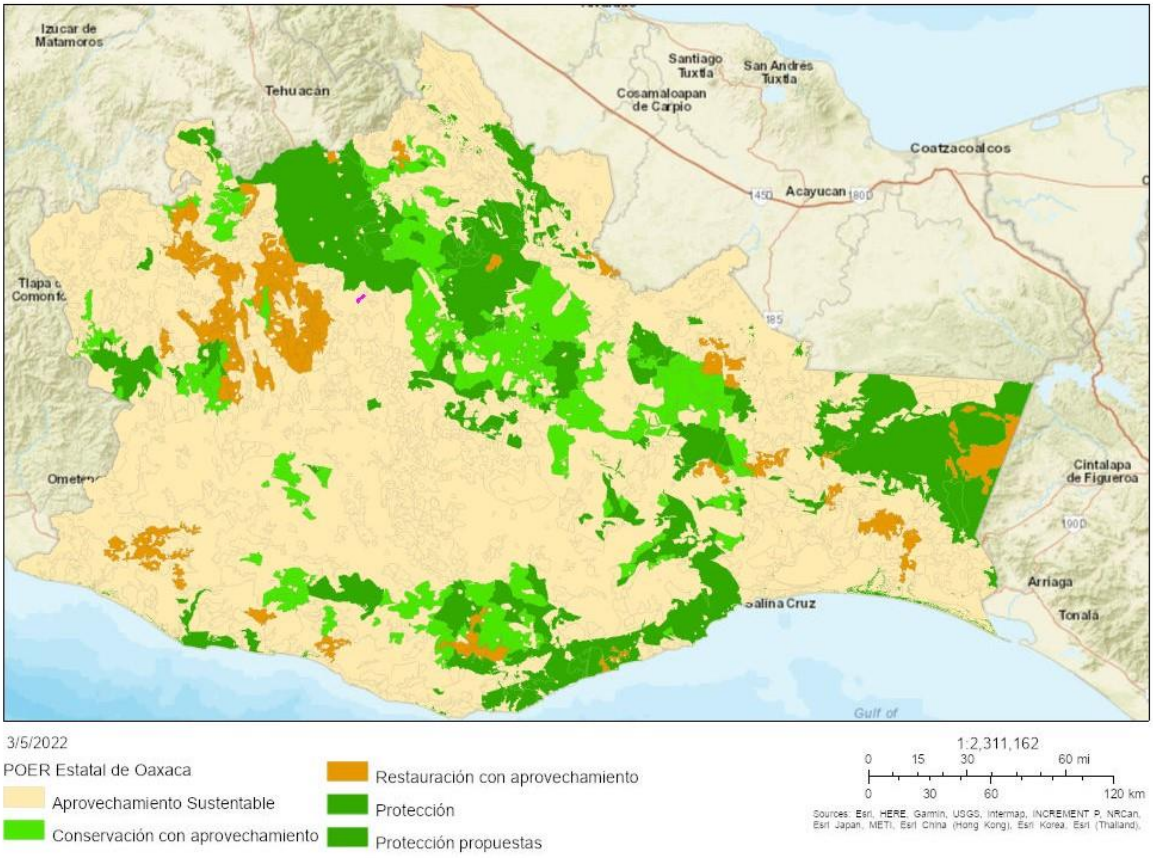


Figura 3. 5 UGAs del estado de Oaxaca de acuerdo al POERTEO.

Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)

El trazo del proyecto se localiza dentro de las UGA 004, 019 y 055 bajo la política: *Aprovechamiento sustentable y Protección*. En la tabla 5, se presenta las características de la política a la que se ajusta el sitio del proyecto y el tipo de actividades recomendadas para la UGA.

Tabla 3. 6 Características de la política conservación con aprovechamiento

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (ha)	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
UGA 004	Aprovechamiento Sustentable	Forestal, apícola	2,669,584.86	Alta	Medio	Bajo
UGA 019	Aprovechamiento Sustentable	Ecoturismo, turismo	100,087.11	Alta	Medio	Bajo
UGA 055	Protección	Ecoturismo	485,808.93	Alta	Medio	Bajo

En la figura 3.6, se muestra la ubicación donde se llevará a cabo la construcción de la carretera respecto a la UGA que le corresponde.

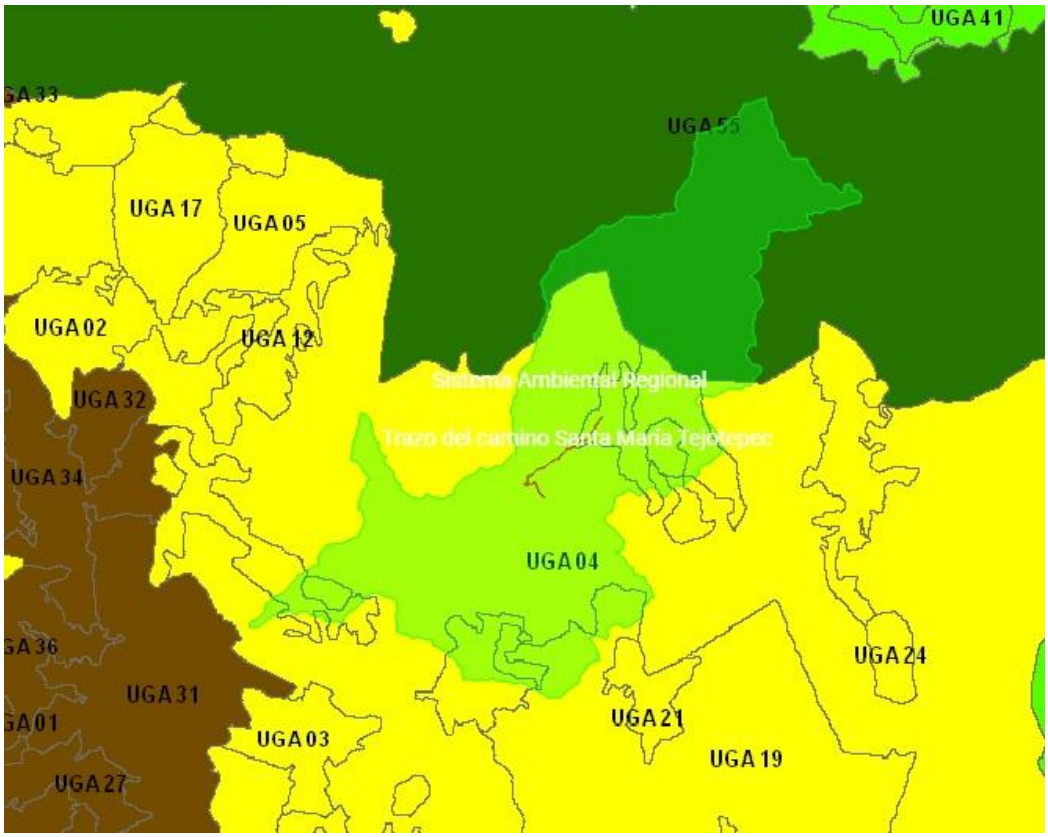


Figura 3. 6 Ubicación del eje del proyecto de acuerdo a las UGA´s

Fuente: Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico, SIORE

En la tabla 7, se enlistan los criterios que corresponden a la UGA 004, 019 y 055 y a la política de Conservación y como se vinculan con el fin de validar y evidenciar la obra y actividades en el sitio del proyecto cubren los requisitos para mitigar los impactos ambientales así como sus propuestas de medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

Tabla 3. 7 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de las UGA´s 004, 019 y 055

Clave	UGA	Política	Criterio	Vinculación
C-001	55	Protección	Se deberán elaborar los programas de manejo de aquellas ANPs que aún no cuenten con este instrumento.	No aplica. El sitio del proyecto no se encuentra dentro de una ANP, a diferencia del SAR que pertenece a la Reserva de Biosfera Tehuacán - Cuicatlán, misma que cuenta con un plan de manejo. Las actividades del proyecto no ponen en riesgo a las especies y ecosistemas de la ANP.
C-002	55	Protección	Deberá promoverse la incorporación al SINAP de las ANPs que cumplan con el perfil estipulado por la CONANP, e impulsar que el resto de ANPs alcancen el cumplimiento de este perfil para su inscripción.	No aplica. Oaxaca es un estado de gran riqueza biológica sin embargo solo aproximadamente el 2.5% de su territorio está bajo un esquema de protección.
C-003	55	Protección	En zonas de manglar y humedales o cercanas a éstos a un radio de 1 km, se deberá evitar toda alteración que ponga en riesgo la preservación de este, que afecte su flujo hidrológico, zonas de anidación, refugio o que implique cambios en las características propias del ecosistema.	No aplica
004	55	Protección	Sólo se permite para fines de autoconsumo la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes no maderables que vayan en concordancia con los usos y costumbres de la población rural e indígena.	No aplica
C-005	55	Protección	Toda ANP deberá contar con la definición de los polígonos de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con sus respectivas subzonas.	No aplica.
C-006	55	Protección	En las áreas de Protección que no cuenten con Plan de Manejo, sólo se deberán ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente permitiendo la instalación o ampliación de infraestructura básica que cubra las necesidades de los habitantes ya establecidos; en las ANPs que cuenten con Plan de Manejo, deberá observarse lo que en este instrumento se establezca al respecto.	No aplica.

C-007	55	Protección, Restauración, Conservación	Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local	No aplica. El proyecto no realizará actividades en las que se incluya la introducción de especies, por el contrario, se realizará un inventario de especies del sitio durante la fase de reconocimiento de la obra.
C-008		Protección, Restauración, Conservación	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.	Se tiene contemplado como parte de las medidas de mitigación un plan de reforestación con especies nativas, para restaurar y mantener el equilibrio ecológico del ecosistema.
C-009		Protección Restauración Conservación	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.	No aplica. Aún así, las actividades del proyecto de mejoramiento del camino están debidamente autorizadas, cubriendo los permisos requeridos. La colecta se realizará como parte de actividades de rescate y reubicación de especies, estas mismas actividades contribuirán a la identificación de especies y al conocimiento de la biodiversidad del sitio.
C-010	55	Protección, Restauración Conservación	Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	No aplica. No hay rio ni arroyos en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto.
C-013	Todas	Transversal	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 cuidado y preservación del ambiente están presentes en la obra para el mejoramiento del camino de Santa María Tejotepec, en esta zona no hay vegetación riparía
C-014		Transversal	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.	En el sitio del proyecto no hay cauce natural de ríos, por tanto no se afecta la distribución de especies de flora y fauna acuática, no se afecta la infiltración ni la recarga de mantos freáticos.
C-015		Transversal	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Al igual que el criterio C-013, el cuidado y preservación del ambiente es la base para proyecto.
C-016	04, 19	Transversal	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	No aplica
C-017	Todas	Transversal	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.	No aplica
C-026		Todas - AH	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	Para los servicios sanitarios de los trabajadores del proyecto se ha contratado a una empresa que brinda los servicios de sanitario portátiles, de esta manera no

			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.	habrá contaminación por aguas residuales en el sitio.
C-027		Todas - AH	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados.	No aplica
C-028		Todas - AH	Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos	No aplica
C-029	4, 19	Todas- AH, minería, industria, turismo	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.	No aplica
C-031	5, 19,	Todas - AH, turismo	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil.	No aplica
C-032	5, 19,	Todas - AH, turismo	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	No aplica
C-033	4, 19,	Todas- AH, turismo, ecoturismo, industria	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).	El proyecto no se encuentra en zona de riesgos. Las obras atienden los lineamientos y estrategias del POERTEO
C-034	4, 19, 55	Todas- Apícola	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	No aplica
C-035	4, 19, 55	Todas- Apícola	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.	No aplica
C-036	4, 19, 55	Todas- Apícola	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel, hidrocarburos, plásticos y/o excretas.	No aplica
C-039	4, 19, 55	Todas - Forestal	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	La cobertura de bosque de encino y encino pino se ha reducido en más del 50% en la última década, después del Bosque Mesófilo, el Bosque de Encino es el más biodiverso del estado

C-045	4, 19,	Todas-Industria	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.	No aplica
C-046	4, 19	Todas-Industria	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	No aplica
C-047	4, 19	Todas-Industria	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	No aplica
C-048	4, 19		Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	No aplica

III.3. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

En México existen Áreas Naturales Protegidas (ANP) de diversos tipos: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas, que son grandes espacios geográficos en las que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque también conjuntamente culturales e históricos.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) tiene registradas 182 áreas marinas y terrestres de competencia federal. En Oaxaca se tienen ocho ANP's de competencia federal y seis de competencia estatal, las cuales se enlistan en la tabla 3.8.

Tabla 3. 8 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca

Categoría de Manejo		ANP	Región	Superficie (ha)	Fecha de decreto
FEDERAL	Reserva de la Biosfera	Tehuacán-Cuicatlán	Centro y Eje Neovolcánico	490,186.88	18/09/1998
	Área de Protección de Flora y Fauna	Boquerón de Tonalá	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,912.32	22/09/2008
	Parque Nacional	Benito Juárez	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,591.52	30/12/1937
		Huatulco	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	11,890.98	24/07/1998
		Lagunas de Chacahua	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	14,896.07	09/07/1937
	Santuario	Playa de Escobilla	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	146.09	29/10/1986
		Playa de la Bahía de Chacahua	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	92.65	29/10/1986

	Monumento Natural	Yagul	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,076.06	24/05/1999
ESTATAL	Parque Estatal	Cerro Ta-Mee	San Juan Bautista Cuicatlán	20.06	27/09/1997
		Hierve el Agua	San Lorenzo Albarradas	4,125.10	06/12/1997
		Cerro del Fortín	Oaxaca de Juárez	87.99	30/10/2004
	Reserva ecológica	Parque Ecológico Regional del Istmo	Juchitán y El Espinal	30.42	17/06/2000
		Zona de Reserva Ecológica y Área Natural Protegida	Oaxaca de Juárez	No especifica el Decreto	14/11/1992
	Reserva Estatal	La Sabana	San Juan Cotzocón, Mixe	2,050	14/04/2007

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (2022).

De manera particular para este proyecto destaca su cercanía con la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán situada entre los estado de Puebla y Oaxaca, específicamente en el SAR. Es caracterizada por su gran riqueza biológica, geológica y cultural que la han llevado a ser reconocida como *Bien de Patrimonio Mundial.* Si bien el trazo del proyecto requiere obras para el mejoramiento del camino existente de Santa María Tejotepec. El SAR si abarca una porción de la reserva, por tanto, el proyecto atiende la normatividad correspondiente. En la figura 3.7, se puede observar la ubicación del proyecto respecto a Reserva de la Biosfera.

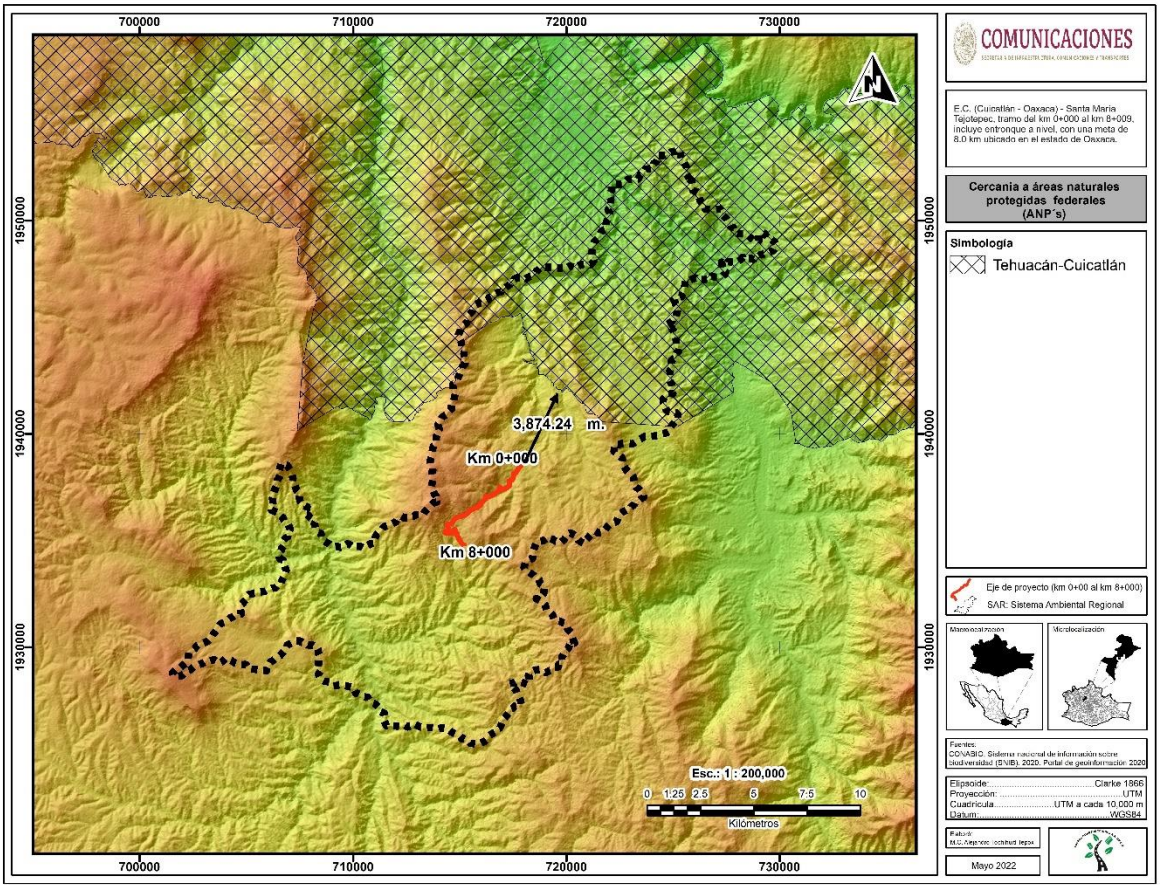


Figura 3. 7 Localización de sitio del proyecto y las ANPs más cercanas al mismo.

III.4. Sitios de Importancia Ambiental

III.4.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo 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 México su objetivo es identificar las amenazas a las que se enfrentan las diferentes áreas en cuanto a la conservación de su avifauna. Es importante resaltar que la principal amenazas para la conservación de las aves de México es la pérdida de hábitat debida al desarrollo forestal, ganadero, agrícola, turístico e industrial. En segundo plano se encuentra el comercio legal e ilegal al que están sujetas las poblaciones silvestres de aves mexicanas. Otras amenazas como la introducción de especies exóticas y las perturbaciones naturales.

Para que la conservación tenga efectos reales, el programa de AICAS en México se regionalizó y se establecieron categorías asignándole un numero de AICA, que corresponden al sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.

En el estado de Oaxaca las AICAs pertenecen a la categoría: **G-I**, el sitio contiene una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable. A excepción del Valle de Tehuacán- Cuicatlán, que pertenece a la categoría **G-2**, en donde, el sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido, es decir, que el G-2, es el sitio que mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución menor a 50,000 km^2. http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html. Misma a la que el proyecto mejoramiento del camino de Santa María Tejotepec se localiza a 3,909.14 m de distancia, el sistema ambiental regional si abarca una porción del AICA 26 - Valle de Tehuacán - Cuicatlán, como se muestra en la figura 3.8.

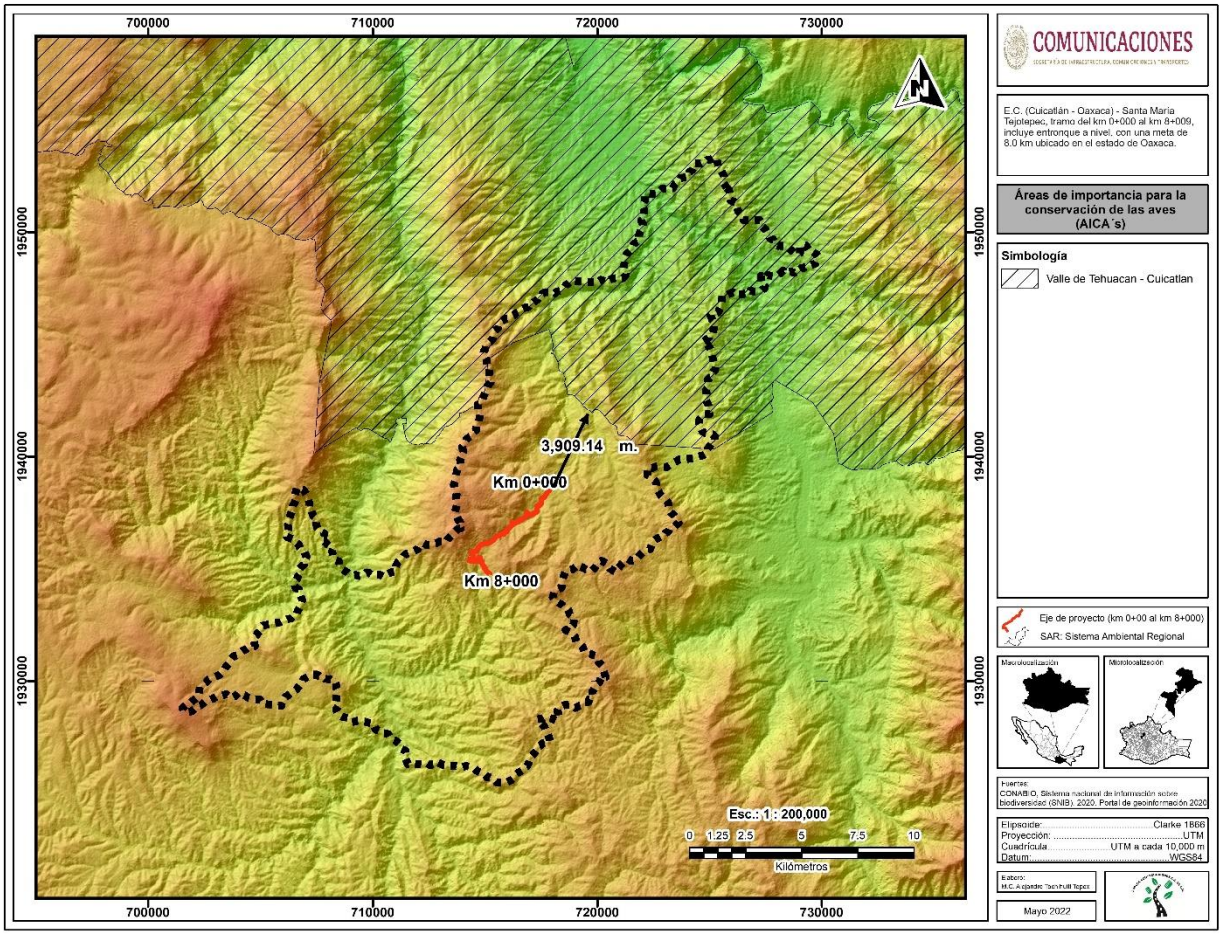


Figura 3. 8 Área de Importancia para la Conservación de las Aves

El AICA 26, Valle de Tehuacán-Cuicatlán localizada en los estados de Puebla y Oaxaca, con una con una superficie de 467, 177 ha cuya tenencia de la tierra es ejidal y privada, en la tabla 9 se describen sus características.

Tabla 3. 9 Características de la AICA 26, Valle de Tehuacán- Cuicatlán (G-2) del estado de Puebla y Oaxaca

Justificación	Descripción
Es un bioma único por sus características biológicas y por su avifauna. Presenta una mezcla de especies propias de zonas áridas en NorteAmerica, y otro grupo que contiene especies típicas de zonas montañosas y tropicales más húmedas que se mueven entre el mosaico de vegetación que se presenta en el Valle. Se han registrado 120 especies de aves, de las cuales 54% son residentes, 29% de invierno, 15% migratorias altitudinales y 2% son transitorias (Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996). Se considera G-2 por	La altitud promedio de 400 msnm. Alberga casi 3,000 especies de plantas vasculares (Davila, *et al.* 1993). Es un centro de endemismo y diversificación para cactáceas columnares encontrándose 45 de las 70 especies conocidas en el mundo. Alrededor del 30% de la flora es endémica. **Vegetación:** Matorral xerofilo (formado predominantemente por cactáceas columnares en altas densidades), Selva baja caducifolia, en las partes altas Chaparrales y Bosques de coniferas. Para el Valle se han

la presencia de las siguientes especies endemicas: *Campylorhynchus jocosus, Ortalispoliocephala, Calothorax lucifer, Calothorax pulcher, Cynanthus sordidus, Melanerpes hypopolius, Toxostoma ocellatum, Víreo brevipennis, Víreo nelsoni, Pipilo albicollis, Aimophila mystacalis* y *A. notosticta.*	descrito 29 tipos de vegetacion diferentes (Valiente-Banuet *et al.* en prensa).
Amenazas	**Uso de la tierra**
Ganadería, comercio y agricultura.	Ganadería, agricultura y aéreas urbanas.

Fuente: Arizmendi, M.C. y Marquez V., L. (2000). Áreas de importancia para la conservación de las Aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Vinculación

En cuanto a las AICAS definidas por la CONABIO, durante la ejecución de los trabajos para la modernización del camino Santa María Tejotepec se tomaran las medidas de mitigación necesarias para evitar algún impacto significativo a las aves o a su nicho ecológico, esto durante las actividades de la fase de implementación del proyecto. El impacto a la avifauna será menos significativo, ya que se trata de un camino actualmente está en operación y es constantemente transitado por los habitantes de las localidades cercanas para realizar sus actividades productivas. El proyecto contempla medidas de mitigación, compensación, y atenuación como: la revisión que no haya nidos con huevos o polluelos en la etapa de desmonte, y se ahuyentará a las aves con el ruido de un silbato antes de iniciar actividades diarias, igualmente se capacitará a los trabajadores para el cuidado y preservación de las especies evitando su captura o cacería. De esta manera quedan previstas las medidas de mitigación necesarias para que durante el tiempo que dure el proyecto se minimicen los impactos significativos sobre todo al inicio de las actividades de implementación del proyecto.

III.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias

En México, las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) cubren más de la cuarta parte del territorio nacional, se identificaron 152 regiones que se caracterizan por la riqueza de sus recursos y diversidad biológica, en particular por sus especies endémicas. Su objetivo es la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El estado de Oaxaca junto con Quintana Roo destaca por la alta proporción de su superficie incluida.

El trazo del proyecto se encuentra localizado a 3.87 km de la RTP Valle de Tehuacán-Cuicatlán y su Sistema Ambiental Regional se inserta dentro de la RTP, la cual se puede observar en la figura 3.9, que en total ocupan una superficie de 6,472 km^2, con valor de la conservación **3 - alto** (mayor a 1,000km^2).

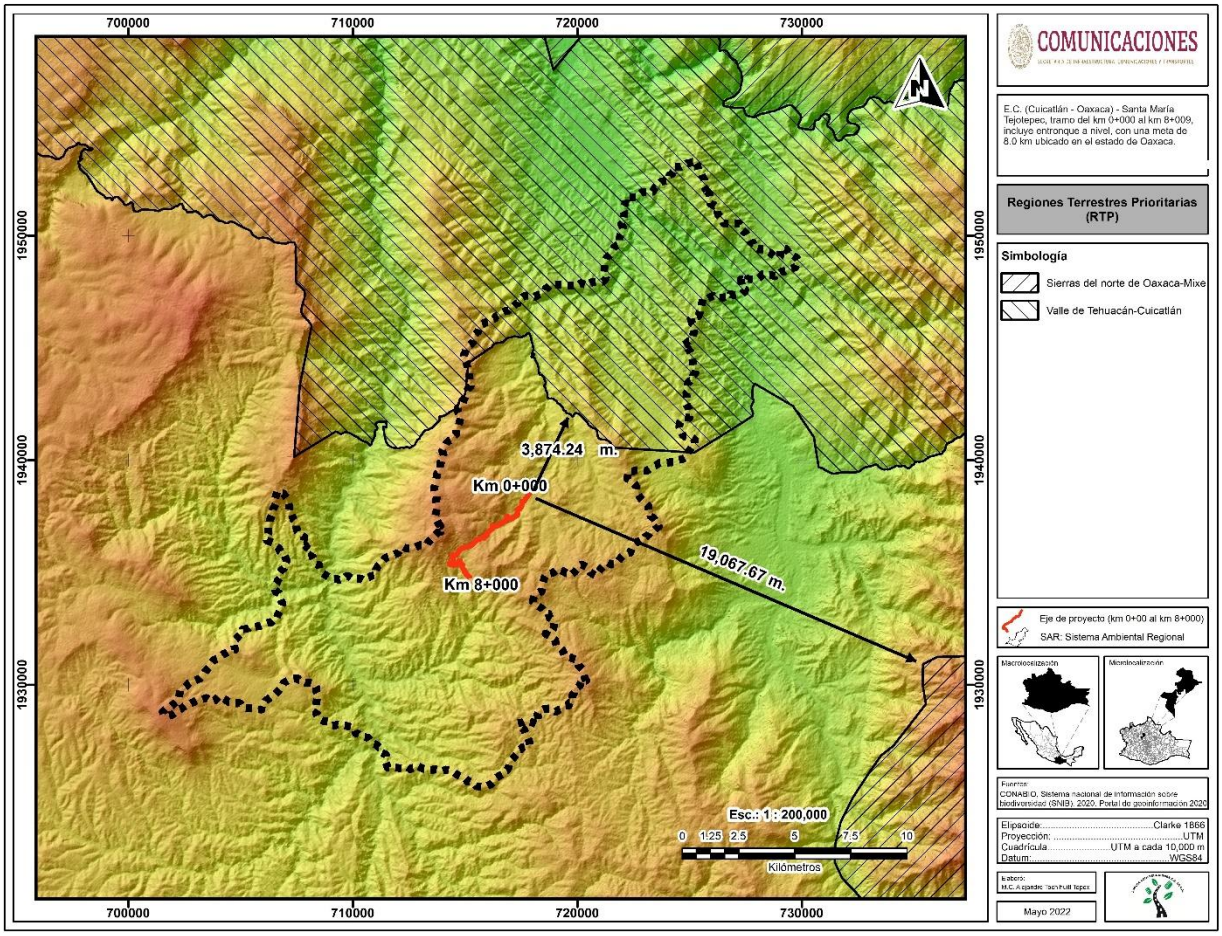


Figura 3. 9 Localización de la Región Terrestre Prioritaria: Sierras del norte de Oaxaca-Mixe

Su riqueza de formas de vida de especies silvestres en donde sobresale la alta concentración de especies endémicas de flora. Predomina la vegetación de selva baja caducifolia en el valle y bosque de encino en las partes altas. Al norte se presenta una gran diversidad de vegetación, predominando la de matorral desértico rosetófilo rodeado de fragmentos de agricultura de riego y de temporal y algunas porciones de matorral crasicaule. Esta RTP incluye parcialmente el ANP Tehuacán-Cuicatlán y la región de los Pápalos. Su fisiografía está conformada por lomeríos y de acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO los suelos son someros, limitado en profundidad por una roca dura continua o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 10 cm a partir de la superficie.

Su diversidad ecosistémica es alta, caracterizada por matorrales xerófilos y zonas de transición (ecotonos) con los bosques de coníferas y encinos. La presencia de selvas bajas caducifolias es un elemento que acentúa la diversidad ecosistémica de la región.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región son: Selva baja caducifolia, agricultura, pecuario y forestal, bosque de encino, matorral desértico rosetófilo y matorral crasicaule.

La problemática ambiental es de origen antropogénico dado principalmente por la ganadería de caprinos. Otro de los problemas es la generación de residuos sobre todo de los principales centro de población como

Tehuacán y Zapotitlán que es depositada en esta zona en basureros clandestinos. Los grandes proyectos de irrigación eliminan el acceso de agua para la fauna.

Ante dichas problemáticas se han diseñado políticas de conservación como el Jardín Botánico de Zapotitlán de las Salinas que realiza actividades relacionadas y no específicas con la conservación en la región, al igual que el IE-UNAM e IB-UNAM y la UAMI. Programas de manejo orientados al rescate, aprovechamiento y protección de las especies. Creación del Centro de investigación en propagación vegetal y desarrollo de tecnologías alternativas para la conservación de los recursos naturales en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comercialización de cactáceas cultivadas y especies ornamentales. Desarrollo de programas de educación ambiental para los pobladores de la reserva. Capacitación a los habitantes de la reserva en proyectos de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Programas de monitoreo y vigilancia. Zonificación de sitios de alto valor biológico, natural y cultural. Señalización adecuada de sus límites. (Arriaga, L., J.M. *et. al.* (2000).

Vinculación

Considerando la descripción de sus características físicas, biológicas, así como la problemática presentada de esta RTP, se implementaran medidas de prevención, mitigación o compensación que atenúen los impactos generados, en los que destacan: la ejecución de un *programa de conservación de suelos y reforestación* con especies nativas. Se implementará el manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos generados durante la obra, para tal motivo se ha contemplado la construcción de un almacén temporal para el almacenaje de residuos peligrosos y el contrato con una empresa autorizada para el manejo y la disposición final de estos. Se colocaran contenedores para la disposición de residuos sólidos urbanos y se contratará una empresa para su disposición final en un relleno sanitario o tiradero autorizado. Se ejecutarán las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre encontrada dentro del área del proyecto, así como la colocación de señalamientos de educación ambiental temporales y permanentes.

III.4.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Se identificaron 110 regiones hidrológicas por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación, dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. 29 áreas son importantes biológicamente pero carecen de información suficiente sobre su biodiversidad (Arriaga, L., Aguilar, J. y Alcocer. 2002).

Vinculación

Para este proyecto no aplican los lineamientos establecidos en la RHP, ya que el trazo del proyecto y su SAR no se encuentran al interior de ninguna región hidrológica , se encuentra a 64,905.70 m de distancia de la RHP Presa Miguel Alemán que tiene una extensión de 4299.36 km^2, superficie dedicada principalmente a la agricultura y ganadería (ver figura 3.10).

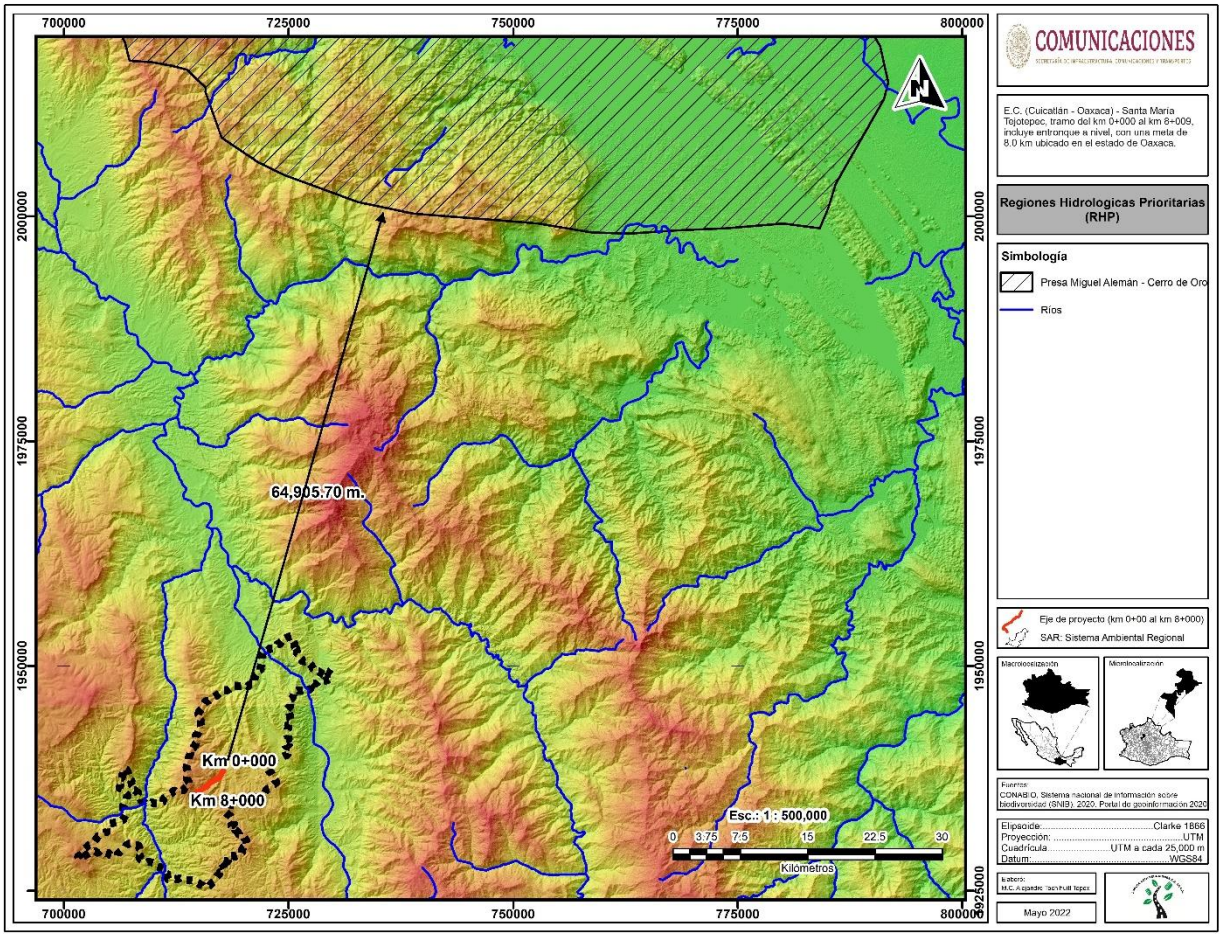


Figura 3. 10 Localización del proyecto y las Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas

III.5. PLANES DE DESARROLLO

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) está fundamentado en la Constitución que establece como un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. En él, se delinean las políticas social, económica, interior y exterior, que establecen el marco que normará la acción del Gobierno de México, así como programas derivados de esas políticas.

En el PND 2019-2024, estableció entre sus lineamientos un modelo de desarrollo respetuoso de los habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y no a agudizar las desigualdades, defensor de

la diversidad cultural y del ambiente natural, sensible a las modalidades y singularidades económicas regionales y locales, consciente de las necesidades de los habitantes futuros del país, a quienes no podemos heredar un territorio en ruinas.

Este proyecto se vincula con el Capítulo II *Política Social, en su apartado Desarrollo sostenible:*

> "El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades [….]. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno".

También se encuentra vinculado con el principio rector del PND: *No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera; el crecimiento económico excluyente, concentrador de la riqueza en unas cuantas manos, opresor de sectores poblacionales y minorías, depredador del entorno,* no es progreso sino retroceso. Somos y seremos respetuosos de los pueblos originarios, sus usos y costumbres y su derecho a la autodeterminación y a la preservación de sus territorios; propugnamos la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, […]. Propugnamos un modelo de desarrollo respetuoso de los habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y no a agudizar las desigualdades, defensor de la diversidad cultural y del ambiente natural, sensible a las modalidades y singularidades económicas regionales y locales y consciente de las necesidades de los habitantes futuros del país, a quienes no podemos heredar un territorio en ruinas.

Otro punto importante en el PND es el programa de *Construcción de Caminos Rurales,* el cual ya está en curso que permitirá comunicar 350 cabeceras municipales de Oaxaca y Guerrero con carreteras de concreto; generará empleos, reactivará las economías locales y desalentará la migración, tal es el caso del proyecto E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, Tramo del Km. 0+000 al Km. 8+000, el cual coadyuva al cumplimiento de este programa.

Vinculación

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto "**E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km. 0+000 al km. 8+009, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca",** se enlaza con el programa de *Construcción de Caminos Rurales* del PND, que atiende, además de una necesidad prioritaria de la población vulnerable que requiere de esta vía de comunicación, el pleno cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales de sitio respetando la normatividad y los estudios necesarios en materia ambiental como la Manifestación de Impacto Ambiental, primer paso para ejecutar la obra bajo medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales contribuyen al desarrollo sostenible pues en la etapa de construcción el proyecto generará empleos temporales y en la etapa de operación se

favorecerá la movilidad segura de personas y bienes, de esta manera el proyecto se vincula perfectamente con el PND y se fortalecen los beneficios sociales y económicos sin afectar el medio ambiente.

Otro punto que hay que destacar es respecto a los recursos públicos se aplican de manera estratégica bajo principios de austeridad, respeto, sin corrupción activando la economía local con la creación de empleos temporales desde la ejecución operativa del proyecto.

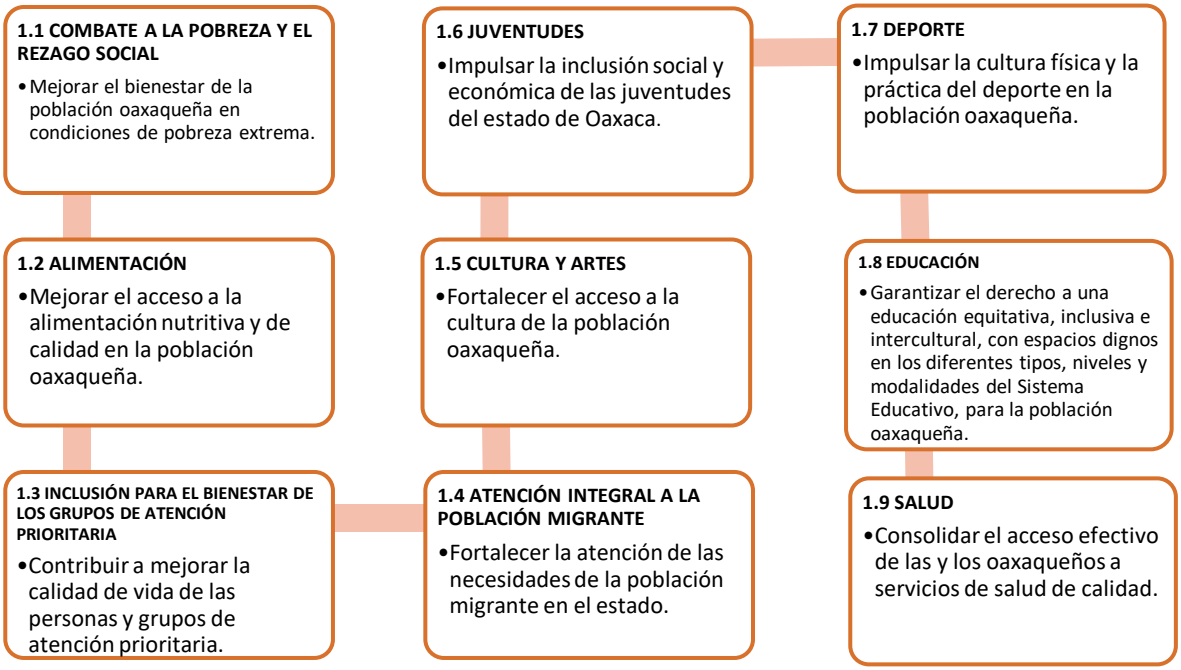
III.5.2 Planes Estatales de Desarrollo

El presente proyecto es promovido por el Estado de Oaxaca

III.5.2.1 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022 - 2028.

El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022 - 2028, establece que el Estado organizará un sistema de planeación del desarrollo local, en coordinación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática, lo que ha implicado un amplio trabajo de coordinación entre distintas dependencias y entidades de la administración pública estatal. El plan está estructurado en cinco ejes rectores:

Eje 1. ***Estado de bienestar para todos y todas las oaxaqueñas y los oaxaqueños***, la prioridad es el combate a la pobreza, el rezago social y la marginación con el objetivo de mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.



Eje 2. ***Gobierno Honesto, Cercano y Transparente al Servicio de los Pueblos y Comunidades***. Se consolidará un gobierno honesto que garantice la entrega de apoyos a la ciudadanía en cumplimiento con las metas y objetivos establecidos en los programas y políticas públicas.

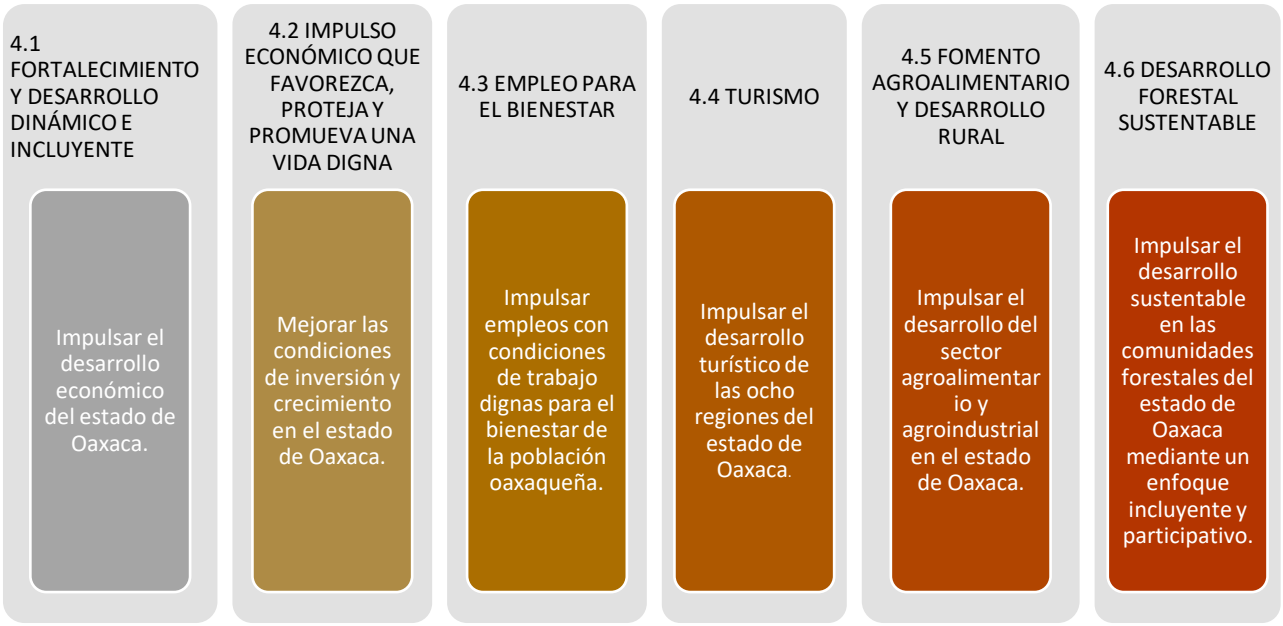
2.1 COMBATE A LA CORRUPCIÓN EN EL SERVICIO PÚBLICO	•Impulsar en la Administración Pública Estatal la cultura de la legalidad y la transparencia, la rendición de cuentas y el combate a la corrupción.
2.2 ADMINISTRACIÓN EFICIENTE Y TRANSPARENTE	•Asegurar la eficacia y eficiencia de la Administración Pública del Estado de Oaxaca.
2.3 PLANEACIÓN PARA EL BIENESTAR	•Fortalecer el diseño, implementación y coordinación de la planeación para el bienestar con enfoque sostenible y participativo en el estado de Oaxaca.
2.4 RECAUDACIÓN EFICIENTE	•Mejorar la recaudación estatal generando mayores ingresos que reflejen más servicios públicos para el bienestar de las y los oaxaqueños.
2.5 EJERCICIO DEL GASTO PARA NO DEJAR A NADIE ATRÁS	•Optimizar la operación gubernamental para lograr mejores resultados, mayor competitividad y bienestar para toda la población del estado de Oaxaca.
2.6 MEJORA CONTINUA DE LA GESTIÓN PÚBLICA	•Mejorar el desempeño gubernamental en la implementación de políticas públicas que atiendan las necesidades de la población oaxaqueña.

Eje 3. ***Seguridad y Justicia para Vivir en Paz.*** Fomentar la cultura de la paz, la seguridad, la legalidad y la gobernabilidad, implementando modelos integrales, instrumentos y mecanismos que garanticen la vigencia de los derechos humanos, integrando una atención especializada para las víctimas de violencia y del delito.

3.1 PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD CIUDADANA •Contribuir a mejorar la seguridad y paz de la población oaxaqueña.	3.2 GOBERNABILIDAD Y DERECHOS HUMANOS •Impulsar la gobernabilidad democrática, orden social y respeto a los derechos humanos en el estado.
3.3 CONCILIACIÓN Y PREVENCIÓN DEL CONFLICTO AGRARIO •Promover la solución de conflictos relacionados con derechos agrarios en el estado de Oaxaca.	3.4 GESTIÓN INTEGRAL DE DESASTRES Y PROTECCIÓN CIVIL •Salvaguardar a las personas, bienes y su entorno ante la presencia de fenómenos perturbadores de origen natural o humano.

Eje 4. ***Crecimiento y Desarrollo Económico para las Ocho Regiones.*** En el marco de la creación del desarrollo sostenible para las ocho regiones del estado, es prioritario buscar como acto de justicia el

desarrollo rural que garantice el sustento de las necesidades básicas de alimentación de todas las oaxaqueñas y los oaxaqueños, pero sobre todo de los grupos que históricamente han sido excluidos.



Eje 5. ***Infraestructuras y Servicios Públicos para el Desarrollo de Oaxaca.*** Enfoque de planeación que implica el ordenamiento territorial y el desarrollo de infraestructura y equipamiento de los centros de población, tanto urbanos como rurales, por ser en ellos donde se desarrolla la vida de las personas, las familias y las comunidades, y busca atender sus necesidades, a la vez de crear las oportunidades para su desarrollo integral.



EJES TRANSVERSALES

***IGUALDAD DE GÉNERO*.** Contribuir a la igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en el estado de Oaxaca.

DESARROLLO SOSTENIBLE Y CAMBIO CLIMÁTICO. Impulsar una adecuada gestión del medio ambiente con enfoque sostenible que permita mitigar las causas de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y adaptarse al cambio climático en las comunidades del Estado.

Contribuir a garantizar el ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, para un desarrollo integral con enfoque intercultural.

***INTERCULTURALIDAD*.** Contribuir a garantizar el ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, para un desarrollo integral con enfoque intercultural.

NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES. Impulsar la garantía y pleno goce de los derechos de Niñas, Niños y Adolescentes en el estado de Oaxaca.

El Plan Estatal de Desarrollo tiene el objetivo de mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad, desarrollo económico y social, ya que es evidente la escasa conectividad de las distintas localidades que integran el estado y su falta de infraestructura carretera ante el mal estado de conservación de la existente. Insuficientes medios de transporte. Además de los fenómenos meteorológicos que afectan las vías de comunicación, particularmente las carreteras, caminos y puentes.

El tema del medio ambiente y biodiversidad quedo plasmado en el eje transversal *de desarrollo sostenible y cambio climático* cuyo objetivo es impulsar el desarrollo sustentable mediante políticas públicas para la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social y respetando los derechos de los pueblos indígenas. Las estrategias son: a) Implementar acciones que promuevan el uso sustentable de los recursos naturales en zonas con alta diversidad biológica, mediante el impulso de actividades productivas, preservando el equilibrio ecológico; así como garantizar la preservación de las ANP. b) Coadyuvar y gestionar acciones que permitan reducir los riesgos al equilibrio ecológico por contaminación a los cuerpos y corrientes de agua en Oaxaca. En la tabla 3.10, se muestra la vinculación del proyecto con el PED de Oaxaca 2016-2022.

Tabla 3. 10 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo.

Acciones específicas del Plan Estatal	Vinculación con el Proyecto
Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.	El sitio del proyecto se localiza en el municipio de San Jerónimo Sosola, Oaxaca, específicamente en un tramo de ocho kilómetros se ubica en la localidad de Santa María Tejotepec que permitirá la comunicación entre varias localidades facilitando el traslado de mercancías y productos agrícolas, así como el desarrollo de actividades cotidianas.
Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y	Una de las dinámicas más comunes de las comunidades rurales es el trabajo comunitario, la corresponsabilidad de sus integrantes, sobre todo cuando la obra es solicitada

reconstrucción de la red carretera y caminera.	por los propios habitantes y corresponde a una necesidad urgente para su movilidad. Por este motivo integrar a las comunidades beneficiarias directa o indirectamente desde la planeación y los estudios previos para la ejecución de la obra, mismos que se encuentran contemplados en varios de los capítulos del presente proyecto, garantiza el éxito del proyecto.

III.5.4 Plan Municipal de Desarrollo

Los planes de desarrollo municipales parten de la importancia de la planificación para el desarrollo local, que de acuerdo a diversos autores, es un proceso de construcción de un proyecto colectivo o consensuado capaz de implementar las transformaciones necesarias en la realidad, que lleven a un futuro deseado; que permitan prever y evaluar los cursos de acción alternativos con decisiones adecuadas y racionales, que sirvan de base para la acción futura". Otro elemento presente esta en las condiciones de escasez de recursos para alcanzar los objetivos planteados (Siedenberg, 2010; Buarque, 1999; Aguilar, 2006). Un punto clave es que los objetivos de desarrollo estén definidos desde la comunidad y sus problemáticas, en donde los municipios cumplan con sus obligaciones constitucionales y legales, entre las que se encuentra la realización de un plan municipal de desarrollo

El Plan de Desarrollo Municipal de San Jerónimo Sosola, Oax. (PDMSJS), el actual ayuntamiento tiene como objetivo trabajar en la mejora de las condiciones de vida y el desarrollo de los habitantes del municipio. Por tanto, el PDMSJS surge de la participación comunitaria y busca fomentar el desarrollo mediante la planeación bajo un enfoque de sustentabilidad. La planeación municipal de desarrollo rural comprende diversas actividades de racionalidad administrativa encaminadas a prever y adaptar los aspectos económicos productivos, sociales y ambientales en las necesidades básicas de la comunidad, tales como: educación, salud, servicios públicos y asistencia social, para contribuir al mejoramiento de las comunidades rurales.

Son cinco ejes de trabajo del PDMSJS:

1. Estado de derecho, gobernabilidad seguridad, está fundamentado en la organización interna (agencias municipales, de policía y núcleos rurales) cuya función es conservar y manejar el orden y las gestiones para el desarrollo de la población.

2. Crecimiento económico, competitividad y empleo. La estructura económica municipal está marcada por la baja productividad económica del sector agropecuario predominante en el territorio. Además de la alta marginación y la falta de inversión que permita incrementar la productividad económica provocando altos índices de migración. Esta condiciones son atendidas por la administración municipal.

3. Desarrollo social y humano, la marcada desigualdad en la distribución del ingreso, educativa y social, son prioridad de la actual administración. Ante tal situación se requiere de la ampliación y modernización de la infraestructura social básica en el municipio.

4. Gobierno honesto y de resultados, el municipio es regido por el sistema de usos y costumbres, la participación de la población es constante y permanente en la toma de decisiones, la transparencia en el gasto público del recurso se lleva a cabo desde el seno de las asambleas comunitarias, en caso de tener alguna duda respecto al ejercicio del H. Ayuntamiento. La profesionalización e institucionalización en el tema de transparencia y acceso a la información pública se construirá y se propondrán acciones de institucionalización para determinar los canales para que los ciudadanos ejerzan su derecho a la información pública.

Estos ejes se componen de líneas estratégicas y propuestas de proyectos entorno a problemáticas identificadas por la población. Para tal efecto, el Plan Nacional de Desarrollo y al Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca sirve como un marco de referencia y se alinea con políticas transversales y ejes de desarrollo contenidos en sus objetivos (H. Ayuntamiento de San Jeronimo Sosola, Etla [HASJS], 2011).

Es prioridad del municipio promover la inversión pública en obras de infraestructura en *Caminos y carreteras* que impulse el desarrollo de las actividades productivas generando las condiciones para un posicionamiento mejor de nuestro Estado en materia de competitividad. Es evidente la falta de caminos para comunicar a las localidades con la cabecera municipal, se ha planteado disminuir ésta problemática con la pavimentación de los caminos rurales y apertura de nuevos caminos. Los caminos rurales que comunican son 18, es necesario llevar a cabo el mantenimiento y conservación de los caminos rurales, ya que son de gran importancia en todos los aspectos para los habitantes del municipio. En la tabla 3. 11, se describe la vinculación del proyecto con el apartado de caminos y carreteras del plan municipal.

Tabla 3. 11 Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de San Jerónimo Sosola, Oaxaca.

Ejes de Desarrollo	Descripción	Vinculación
Caminos y carreteras	La población se comunica a través de caminos rurales en mal estado, lo que afecta directamente a la población al no contar con servicio de transporte público, acceso a los servicios de salud, de abasto y educación, los costos se incrementan y se vuelve difícil el acceso para aquellas personas que no cuentan con los suficientes recursos económicos. Estos caminos requieren de revestimiento y mantenimiento con el objetivo de brindar mejores servicios de atención a los habitantes y	El proyecto apoya de manera importante a cumplir con el objetivo de mejorar y facilitar el acceso, el traslado de mercancías y el desarrollo de sus actividades productivas. De la misma manera, apoya a la construcción y rehabilitación de infraestructura carretera ante el crecimiento de la población y de sus necesidades. Siempre bajo un cuidado del medio ambiente a través de medidas de mitigación

III.5.3. Planes Sectoriales

III.5.3.1 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 (PSCyT), se constituye como un instrumento rector de planeación, que conducirá los esfuerzos del sector en su conjunto, en donde, se identifican objetivos y estrategias prioritarias, acciones puntuales, así como las metas de bienestar y parámetros para dar cumplimiento a la misión de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y

Transporte (SICT), que pretende fundamentalmente, contribuir al bienestar social y al desarrollo regional de nuestro país, teniendo como principios rectores entre otros, *no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera y por el bien de todos, primero los pobres.* Dando cumplimiento al objetivo primordial del PND en los rubros que son competencia de SICT. Se estructura en torno a cuatro objetivos prioritarios, de los cuales, dos son lo que vincula con el desarrollo de infraestructura carretera como el que nos ocupa (Ver tabla 3.12).

Tabla 3. 12 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

Objetivo prioritario	Estrategia prioritaria	Acción puntual que se relaciona con el proyecto	Vinculación
1. Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.	1.1 Mejorar el estado físico de la Red Carretera Federal a través de la conservación y reconstrucción para aumentar el bienestar, la conectividad y seguridad de los usuarios de la infraestructura carretera.	Atender prioritariamente los puentes y los tramos carreteros en regular y mal estado de la Red Carretera Federal.	El proyecto atiende perfectamente este objetivo con la modernización del camino existente de Santa María Tejotepec manteniendo con ello la conectividad entre las localidades rurales.
	1.2 Mejorar la seguridad vial en la Red Carretera Federal para el bienestar de todos los usuarios.	1.2.1 Atender los puntos de conflicto en la Red Carretera Federal. 1.2.3 Reforzar los programas de señalamiento horizontal, vertical y barreras de protección en la Red Carretera Federal, conforme a la normatividad vigente.	El proyecto es sumamente necesario ya que unirá el camino rural existente con otras localidades y permitirá el flujo de mercancías y personas para realizar sus actividades cotidianas.
	1.3 Transparentar todo el proceso de gestión de obra pública para disminuir la corrupción y garantizar la calidad de la obra.	No aplica	
	1.4 Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.	1.4.6 Construir y modernizar la infraestructura carretera para el desarrollo regional.	La construcción del Proyecto mejorará la calidad de vida de las localidades, mejorando su seguridad y accesibilidad entre ellas, sumándose a las iniciativas del PND y el Plan de Desarrollo del Estado de Oaxaca.

	1.5 Mejorar la planeación y prospectiva de la infraestructura carretera, para contar con procesos sólidos y ágiles de terminación de obra y detectar oportunamente las necesidades futuras de la infraestructura carretera.	1.5.7 Realizar los estudios y proyectos y gestionar los permisos pertinentes para desarrollar infraestructura carretera.	El Proyecto está sustentado en estudios topohidráúlicos y normas de la SICT que garantizan el funcionamiento y seguridad de los usuarios La presente MIA corresponde a la planeación del proyecto para cumplir con los requerimientos legales ambientales para su autorización.
2. Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento, cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.	2.5 Diseñar e implementar las acciones que garanticen la calidad del servicio, la inclusión de los grupos vulnerables y la sustentabilidad del transporte.		El proyecto permitirá mejorar el acceso y comunicación entre las localidades rurales, donde la mayoría de los pobladores son de bajos recursos. Esta obra es requerida y solicitada por los pobladores y al llevarse a cabo las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental cumple con el enfoque de sostenibilidad en sus tres ejes: económico, social ambiental.

III.5.3.1 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social, sus objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al *desarrollo sostenible* establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. En el cuadro que se muestra a continuación se enlistan los cinco objetivos prioritarios del PROMARNAT, como se indica en la tabla 3.13.

Tabla 3. 13 Vinculación del proyecto con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024

Objetivos prioritarios del PROMARNAT	Estrategias y líneas de acción del PROMARNAT	Vinculación con el proyecto
Objetivo 1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.	No Aplica	
Objetivo 2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.	**Estrategia prioritaria 2.1.** Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante el diseño, integración e implementación de criterios de adaptación en instrumentos y herramientas para la toma de decisiones con un enfoque preventivo y de largo plazo que permita la mejora en el bienestar y calidad de vida de la población.	No aplica. Aún cuando el proyecto no está dirigido a reducir la vulnerabilidad al cambio climático, el mejorar la infraestructura carretera permite reducir tiempos de traslado y reduce el uso de combustibles, contribuyendo de esta manera a reducir las emisiones contaminantes y los gases de efecto invernadero. Es importante considerar que el proyecto tiene un impacto más notable a nivel local y municipal, ya mejorar un camino existente y surge de una necesidad de los pobladores, beneficiado a las localidades rurales aledañas. A un nivel más amplio, este tipo de proyectos es indispensable para el desarrollo económico y social del estado de Oaxaca, ya que eleva la competitividad de la economía al satisfacer las condiciones básicas para el avance de las actividades productivas.
	Estrategia prioritaria 2.2. Diseñar, establecer y coordinar políticas e instrumentos para reducir emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como promover y conservar sumideros de carbono, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales.	
	Estrategia prioritaria 2.3. Fortalecer y alinear instrumentos de política y medios de implementación para la mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y la participación social.	
	Estrategia prioritaria 2.4. Promover el desarrollo y fortalecimiento coordinado de capacidades institucionales de los diferentes órdenes de gobierno para su participación en la planeación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación, así como reporte de medidas de mitigación y adaptación, con respeto a los derechos colectivos.	

	Estrategia prioritaria 2.5. Fomentar la educación, capacitación, investigación y comunicación en materia de cambio climático para motivar la corresponsabilidad de los distintos agentes en los esfuerzos de mitigación y adaptación, con enfoque biocultural.	
Objetivo 3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.	**Estrategia prioritaria 3.1.** Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.	No aplica. El proyecto no tiene como fin la promoción del cuidado del agua, sin embargo, el proyecto se alinea al cuidado del medio ambiente. Durante el desarrollo de la obra, no se tirará ningún tipo de residuos a las zonas aledañas para evitar la contaminación del agua y suelos. En los capítulos 5 y 6 se desarrollan las medidas de prevención, mitigación e impacto ambiental para evitar, disminuir y/o compensar los daños ambientales generados por el proyecto.
	Estrategia prioritaria 3.2. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sustentable de los sectores productivos	
	Estrategia prioritaria 3.3. Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos	
Objetivo 4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.	**Estrategia prioritaria 4.1.** Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación.	
	Estrategia prioritaria 4.2. Fomentar el cambio y la innovación en los métodos de producción y consumo de bienes y servicios, a fin de reducir la extracción de recursos naturales, el uso de energía y minimizar los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente.	
Objetivo 5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.		No aplica

III.6. NORMATIVIDAD APLICABLE

III.6.1. Leyes Federales



III.6.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En México, la política ambiental se sustenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente en su Artículo 4o., párrafo quinto señala que: *"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado 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."* Son tres de los grandes principios de derecho ambiental que emergen de la constitución: *1. Conservación o preservación; 2. Desarrollo sostenible o sustentable; 3. Restauración del equilibrio ecológico*, este último directamente relacionado con el de la reparación del daño ambiental. Los demás principios y acuerdos en materia ambiental están establecidos en las leyes secundarias correspondientes como son la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,

En el artículo 25 reconoce el concepto de desarrollo sostenible o sustentable e indica *"Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable [….]".* Posteriormente, en el párrafo sexto del mismo artículo : *"Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente".*

El artículo 27 de la Constitución mexicana referente a la propiedad de las tierras y aguas dentro de los límites del territorio nacional, Incluye en los principios de conservación, preservación y restauración del equilibrio ecológico. En él se incluyó la facultad de la nación de imponer modalidades a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del

país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico...

En el artículo 73, en la fracción XXIX el Congreso tiene la facultad para establecer contribuciones sobre el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales. En su fracción **XXIX-G.** Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. Este artículo se convierte en la base para la creación de la LGEEPA, la cual establece la distribución de competencias en materia ambiental, los principios e instrumentos de derecho y política ambiental, así como disposiciones comunes a los diferentes sectores de protección del medio ambiente.

Vinculación

De tal forma que con el desarrollo del presente proyecto atiende lo establecido en la presente ley en el entendido de salvaguardar los recursos naturales del sitio donde se llevara a cabo el proyecto ya que a través de los estudios en campo de flora y fauna se puede medir y evaluar los posibles impactos generados al medio ambiente diseñando las medidas de mitigación necesarias a fin de mantener el equilibrio ecológico bajo el enfoque de sustentabilidad que la ley establece.

III.6.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) emana de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos referente a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, como lo refiere en el artículo 1o. En materia de política ambiental y de conservación define los principios rectores: 1) preventivo y de corrección de los daños al medio ambiente; 2) precautorio; 3) obligatoriedad para la restauración de daños; 4) participación informada y 5) desarrollo sustentable.

En sus artículos 6º, 7º y 8º las esferas de competencia y responsabilidades para los gobiernos Federal, Estatales y Municipales. Los gobiernos estatales y municipales deberán legislar y establecer normas sobre los asuntos que son materia de su competencia en lo que se refiere a la preservación, control y restauración de los ecosistemas y/o conservación de los recursos naturales en los términos del Artículo 10 (DOF, 2021). Los principios de política ambiental a que se sujetará el Gobierno Federal son los que especifican los Artículos 15 y 16, buscando siempre el aprovechamiento racional de los recursos y la promoción de un desarrollo sustentable, de tal manera que las acciones y actividades económicas que se lleven a cabo no pongan en riesgo la sustentabilidad y disponibilidad de los recursos y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

Esta ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo del presente proyecto. Así, en el artículo 28, señala que la *evaluación del impacto ambiental es un procedimiento a través del cual la*

Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetará el presente proyecto*: El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.*

Así como el 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.*

Vinculación

El proyecto atiende los lineamientos establecidos en la presente ley, desde el ingreso y su sometimiento para la evaluación y su debida resolución. Se han diseñado las medidas de mitigación dirigidas al cuidado, protección y conservación del entorno donde se desarrollará el proyecto de modernización del camino existente de Santa María Tejotepec.

III.6.1.3. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Como se mencionó con anterioridad, la protección del medio ambiente responde a una necesidad social y a un derecho individual y colectivo de todos los ciudadanos de este país. Por tanto, el presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. En el artículo 5, indica que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaría en materia de impacto ambiental. El inciso B, hace referencia a las vías generales de comunicación entre las que se señalan construcción de carreteras y puentes, que es materia de este proyecto con la modernización del camino existente de Santa María Tejotepec. Además el artículo 10, indica la modalidad de las manifestaciones de impacto ambiental: particular o regional.

Vinculación

Con la presentación de la manifestación de impacto ambiental, para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por el presente reglamento. El proyecto contiene la información solicitada en todos sus términos, además se verificó que, para realizar la obra, no existe restricción alguna; adicionalmente. Es conveniente agregar que durante la ejecución de la obra se aplicarán las medidas preventivas y de

mitigación pertinentes y obligatorias para reducir los efectos al ambiente principalmente a nivel local, conforme se establece en esta Ley y su Reglamento.

III.6.1.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

El ámbito de la aplicación de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal en su Artículo 1o. *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.*

Capítulo I. Del ámbito de aplicación de la ley.
"Art. 2º. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:
I.- Camino o carreteras:

a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero;
b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación;
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.

XV.- Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Artículo 3o.- Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

Es importante definir que de acuerdo al *Titulo Segundo. Jurisdicción y competencia, que en su artículo* 5o. dice: *Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares.* Corresponde, específicamente para este proyecto, las siguientes atribuciones a la secretaría: Construir y conservar directamente caminos y puentes, y determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes; así como actualizar y publicar cuando se requiera la clasificación carretera en el Diario Oficial de la Federación;

En el Titulo Segundo de los Caminos y Puentes en su capítulo único. De la construcción, conservación y explotación de los caminos y puentes. Art. 22**.** *Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable […]. Los terrenos y aguas nacionales, así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.*

Artículo 23.- *No podrán ejecutarse trabajos de construcción o reconstrucción en los caminos y puentes concesionados, sin la previa aprobación por la Secretaría, de los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse.*

Artículo 30.*- La Secretaría podrá otorgar concesiones para construir, mantener, conservar y explotar caminos y puentes a los particulares, estados o municipios, conforme al procedimiento establecido en la presente Ley; así como para mantener, conservar y explorar caminos federales construidos o adquiridos por cualquier título por el Gobierno Federal. En este último caso, las concesiones no podrán ser por plazos mayores a 20 años. La Secretaría garantizará, cuando haya vías alternas, la operación de una libre de peaje.*

Vinculación

En lo que se refiere a esta Ley se considera la modernización de un camino rural en operación, es considerado como infraestructura de utilidad pública, ya que cubre una necesidad de la población del municipio de San Jerónimo Sosola y de Santa María Tejotepec permitiendo y mejorando su movilidad.

III.6.1.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [….]y *tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación* […]. *Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política*.

Es importante para el presente proyecto resaltar los objetivos de la ley que tienen incidencia directa sobre el mismo. ***I.*** *Conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país [….]; **II.** Regular la protección, conservación, uso sustentable y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales; así como la zonificación, el manejo y la ordenación forestal; **X.** Promover la conservación de los ecosistemas forestales, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad.*

De igual manera el cambio de uso del suelo en terreno forestal es definido por la ley como: remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales; a su vez recursos forestales es la vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales. Dos conceptos que siempre estarán presentes en la ejecución del proyecto son: *vegetación forestal*, conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales, *y reforestación* es el establecimiento de especies forestales en terrenos forestales.

De acuerdo con la Sección Primera de los Trámites en Materia Forestal Artículo 69. *Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción*. En la Sección Séptima, Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en su Artículo 93**.** *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Vinculación

El proyecto atiende las disposiciones que establece la presente ley, coincidiendo plenamente en que es necesario proteger y conservar los recursos forestales presentes en el sitio del proyecto y sus alrededores, en el caso del SAR, con el fin de mantener el equilibrio ecológico de la zona. En este sentido las medidas de mitigación derivadas de los estudios de flora y cálculos de especies que brindan información sobre el estado actual de la vegetación y van dirigidas a minimizar los impactos generados por la obra mediante un programa de rescate de especies y reforestación, que en el mediano y largo plazo, permitan su recuperación y alcanzar un equilibrio (incrementar su número de individuos) haciendo compatible del desarrollo socioeconómico del municipio y del estado de Oaxaca con este tipo de obras que permiten mejorar la movilidad de bienes y personas, bajo un enfoque de sustentabilidad.

III.6.1.6. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales en su artículo 1, menciona que *la presente ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general […] como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.*

La ley considera como Región hidrológica al *área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, [….]. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico - administrativa.*

El Capítulo I, Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Artículo 86 BIS 2. *Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición*.
Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las *Normas Oficiales Mexicanas* que al efecto se expidan y mediante aviso.

Vinculación

Con relación al proyecto que se evalúa, las diversas actividades se requerirá de agua para evitar polvaredas y para la preparación de concreto; por lo tanto, que debido al sitio donde se desarrollará la obra se solicitará permiso a las dependencias correspondientes para el uso del agua de sitios cercanos. Por otra

parte, el promovente cumplirá con las disposiciones del Artículo 86 BIS 2, referentes a la prohibición de arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales basura, materiales, desechos o residuos, para lo cual en el capítulo VI se mencionan las medidas a aplicar respecto al manejo de residuos.

III.6.1.7 Ley general de vida silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene como fin la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Con relación al proyecto que se evalúa se vincula en los artículos en los que la Ley dispone (CDHCU, 2021b)

Artículo 5o. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

Vida Silvestre: Los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

Fracción XXXIII.- Muestreo: El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de su hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro.

Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

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.

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 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.

Reglamento de la Ley general de vida silvestre en su Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría.

Vinculación

El proyecto queda vinculado con los artículos de la ley y su reglamento al alinearse a los requisitos relacionados con el muestreo y manejo de las especies de vida silvestre propias del sitio del proyecto, del cual se desprende un programa de fauna como parte de las medidas de mitigación de los impactos generados en el hábitat de diversas especies, concretamente por actividades de la obra de mejoramiento del camino Santa María Tejotepec.

En este estudio, en el capítulo IV se mencionan las especies de fauna silvestre encontradas en el sitio por registro directo o bibliográfico, así mismo se señalan aquellas que se localizan en algún listado especial de especies en riesgo, a partir del cual se realizarán las medidas de mitigación mencionadas en el capítulo VI, y en el Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre con el objetivo de minimizar los efectos negativos de la obra sobre la vida silvestre y su hábitat.

III.6.1.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, tiene como objetivo la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial para prevenir la contaminación provocada por estos residuos y llevar a cabo su remediación en caso de que ésta ya haya sido provocada (CDHCU, 2021). El proyecto cumplirá con sus disposiciones a lo largo de la vida útil del proyecto, mediante el manejo adecuado de los residuos generados en las distintas etapas del proyecto y evitando, o en su caso atendiendo, las posibles afectaciones que se pudieran presentarse durante las mismas.

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:

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

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos.

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.

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

X. Los neumáticos usados

Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.

Vinculación

Esta ley es clara en sus clasificaciones de residuos y considerando que para el caso del proyecto los residuos sólidos urbanos generados son derivados del consumo diario de alimentos de los trabajadores y los residuos sanitarios, para lo cual se ha dispuesto un sitio con contenedores para su disposición y confinamiento para su posterior traslado al relleno sanitario a través de una empresa especializada en la recolección de este tipo de residuos.

Así tenemos que para dar cumplimiento a la ley de acuerdo con el Capítulo II, Categorías de Generadores y Registro, los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán cumplir con las fracciones del Art. 47, en este caso las empresas contratistas deberán registrarse como pequeñas generadoras y ejecutar un plan de manejo, así como contratar los servicios de una empresa autorizada para el transporte y disposición final de residuos peligrosos.

En conformidad con el artículo 9, el promovente deberá solicitar ante la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca (SEMAEDESO), la autorización para los sitios de tiro o desperdicio, que de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia (Anexo VIII.9.1.2) puede utilizarse como material de terraplenes y arrope de taludes, por lo tanto, no se utilizarían bancos de desperdicio ya que el material producto de despalme se propone para el recubrimiento de los taludes. Si existiera un material que no se ocupe en las terrecerías se tendrá que tener un banco de desperdicio autorizado por SEMAEDESO. En este estudio no se presenta la ubicación de los bancos de tiro, debido a que son conceptos que le corresponden a las empresas contratistas asignadas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes mediante procesos licitatorios conforme lo marca la Ley de Obras Públicas; siendo éstas las que ubicaran el sitio de acuerdo a su conveniencia en el concepto de acarreos y al acuerdo que lleguen con los ejidatarios para la ocupación de los terrenos siempre y cuando tramiten la autorización antes mencionada.

Las contratistas deberán comprobar que los neumáticos usados son devueltos a la proveedora de este servicio. En apego al artículo 18, la disposición final de los residuos sólidos urbanos en el tiradero oficial debe ser autorizada por el Ayuntamiento municipal.

III.6.1.9. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático Artículo 2o. 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;

Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes:

XIV. Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables de las siguientes categorías de fuentes emisoras: a) Generación y uso de energía; b) Transporte; c) Agricultura, ganadería, bosques y otros usos de suelo; d) Residuos; e) Procesos industriales, y f) Otras, determinadas por las instancias internacionales o las autoridades competentes.

Vinculación

En el proyecto, producirá emisiones de gases contaminantes provenientes de la operación de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria, mezclas asfálticas en caliente, planta trituradora y planta de asfalto. Las partículas sólidas provienen del despalme y acarreo de materiales pétreos y cementantes (cal). Para disminuir la emisión de gases efecto invernadero contaminantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el caso de fuentes móviles se cumplirá con la NOM-041-SEMARNAT-2006, 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, por lo que se deberá cumplir con las medidas de mitigación que se describen en el capítulo VI respecto a la prevención de la contaminación atmosférica. En la etapa de operación de la obra, la circulación vehicular generará emisiones de contaminantes a la atmósfera.

III.7 Normas Oficiales Mexicanas

El origen de las normas ambientales estuvo fundamentado en el derecho a la salud, como un mecanismo de protección del medio ambiente y como un medio para garantizar la propia supervivencia. Desde 1993 hasta la fecha se han hecho públicas diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por Dependencias del Gobierno Federal, donde se establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, las cuales pueden estar relacionadas con la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. En la tabla 3.14, se presenta la vinculación de dichas normas con el proyecto.

Tabla 3. 14 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Materia que regula	Ordenamiento Jurídico	Campo de Aplicación
RESIDUOS	**NOM-161-SEMARNAT-2011.** (DOF, 2013). Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de	La obra requiere realizar actividades de despalme y desmonte; cuyos residuos pueden utilizarse como material de terraplenes y recubrimiento de los taludes, incluso como

	Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Anexo normativo: listado de residuos de manejo especial sujetos a presentar plan de manejo: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.	tierra fértil para las actividades de reforestación Serán colocados a la orilla del camino y tapado con lonas para evitar su. Se estimaran m^3 de material de corte, que de acuerdo a los resultados de los estudios de geotecnia (Anexo VIII.9.1.2) No se requerirá de bancos de desperdicio.
	NOM-052-SEMARNAT-2005. (SEMARNAT, 2006). Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Esta Norma se consultará para identificar los posibles residuos que sean considerados como peligrosos, para darles un manejo adecuado.	Será mínima la producción de residuos peligrosos derivados del mantenimiento de equipos y maquinaria pesada, así como de la carga de combustible y residuos de aceites, lubricantes y otras grasas. Para su disposición final serán contratadas compañías de las que previamente se verifique que cuenten con la autorización y permisos, para el manejo y disposición final de residuos peligrosos, de acuerdo con las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que incluyen el cumplimiento de esta norma.
	NOM-041-SEMARNAT-2015. (SEMARNAT, 2015). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible. Esta norma es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera Esta Norma aplica para los vehículos automotores utilizados para el transporte de personal e insumos que circulen dentro del sitio del proyecto, por lo que se procurará que estén en condiciones óptimas y se verifiquen para cumplir con lo establecido en esta Norma.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, los propietarios y operadores de vehículos deberán realizar un mantenimiento periódico a sus unidades con el objeto de reducir la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos, fijos y móviles; para cumplir con lo establecido en las presentes normas. El mayor uso será en las etapas de preparación del sitio y de construcción; que es cuando se intensificarán las actividades. La operación de la planta de asfalto generará emisiones de gases, producto de la combustión incompleta de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles Se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan en su mayoría diésel, produciendo gases contaminantes como resultado de la combustión interna de los motores y partículas suspendidas en forma de humo, principalmente dióxido de carbono (CO_2), material particulado, oxido de azufre entre otros. Se exigirá a los contratistas bitácoras con el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido

		verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA	**NOM-042-SEMARNAT-2003.** (SEMARNAT, 2015). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, los propietarios y operadores de dichos vehículos deberán realizar un mantenimiento periódico a sus unidades con el objeto de reducir la emisión de gases que se generarán por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria y equipos, fijos y móviles. El mayor uso en las etapas de preparación del sitio y de construcción; que es cuando se intensificarán las medidas de vigilancia, prevención y sanción correspondiente. la Norma excluye a los vehículos empleados en la construcción, se exigirá a los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto, el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma.
	NOM-045-SEMARNAT-2017. (SEMARNAT, 2018) 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. Esta Norma es obligatoria para los propietarios de vehículos que usan diésel como combustible y unidades de verificación. Se excluyen de su aplicación la maquinaria equipada con motores a diésel empleadas en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería Esta norma aplica para todos los vehículos que se utilicen en el acarreo de materiales de mejoramiento y así para evitar emisiones con opacidad que sobrepasen los límites establecidos en la presente Norma.	
RUIDO	**NOM-080-ECOL-1994.** (SEMARNAT, 2003) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La presente Norma aplicará a todas las fuentes fijas que emitan ruidos como la trituradora y la planta de asfalto, por lo que se deberá dar mantenimiento constante a los equipos fijos y no fijos para evitar generar niveles de ruido que sobrepasen esta norma.
	NOM-081-ECOL-1994. (SEMARNAT, 2003) Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	

DESCARGAS	**NOM-001-SEMARNAT-2021**. (DOF: 6/01/2021). Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Aunque no se prevé la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua o al suelo, se deberá cuidar, en caso de verter líquidos residuales por el lavado de equipo o personal, que la concentración de contaminantes básicos no exceda el límite establecido y realizar acciones específicas indicadas en las medidas de mitigación, para el control de la calidad del agua residual.
PROTECCIÓN DE ESPECIES	**NOM-059-SEMARNAT-2010**. (SEMARNAT, 2020a) Proyecto de modificación del anexo normativo III 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. Se deberá respetar cualquier especie nativa que llegue a encontrarse y no afectar más allá de lo establecido en el proyecto.	La fauna será ahuyentada en su mayoría, sin embargo, si llegara a encontrarse alguna se garantizará su libre tránsito, así como la aplicación del Programa de Rescate y reubicación de fauna. Respecto a la vegetación afectada se identificaron tres especies bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la Azucena amarilla (*Prosthechea citrina),* colorin *(Erythrina americana) y la* palma abanico *(Brahea dulcis).* Se diseño un programa de protección a la flora donde se plantea recuperar esquejes, semillas o plántulas de los sitios afectados. Se colectará semillas de las zonas aledañas para implementar un vivero temporal con especies nativas y utilizar las plantas producidas y resguardadas en la reforestación.
SEGURIDAD	**NOM-011-STPS-2001. (**STPS, 2002) Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	El sitio de proyecto deberá contar con almacén, extinguidor, botiquín completo, señalética (medidas preventivas), así como ubicar los hospitales y/o clínicas cercanas donde acudir en caso de algún accidente, para salvaguardar la integridad de los trabajadores en todas las fases del proyecto.
	NOM-017-STPS-2008. (STPS, 2018) Equipo de protección al personal, selección, uso, y manejo en los centros de trabajo.	Se vigilará que durante la ejecución de las actividades del proyecto el personal utilice equipo de protección obligatorio como chalecos, cascos, guantes, botas, lentes, etc.
DISEÑO GEOMÉTRICO	**PROY-NOM-012-SCT-2-2017.** (STPS, 2017) Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federa**l.**	El proyecto atiende las especificaciones de esta norma, sobre todo en el entendido de que el camino es de tipo D y con la el mejoramiento será para convertirlo en tipo D mejorado, dado el peso y dimensiones de los vehículos de transitaran en esta vialidad, basados en el estudio de transito realizado.

Referencias consultadas

Aguilar Villanueva, Luis F., Gobernanza y gestión pública, México, *Fondo de Cultura Económica*, 2006.

Arriaga, L., Aguilar, J. y Alcocer. (2002). Regiones hidrológicas prioritarias. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*

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.*

Arizmendi, M.C. y A. Espinosa de los Monteros. (1996). Avifauna de los bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*.

Arizmendi, M.C. y Marquez V., L. (2000). Áreas de importancia para la conservación de las Aves en México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*

Buarque, Sergio (1999). Metodología de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável, Brasilia, INCRA/IICA, Recuperado de: http://www.iica.org.br/docs/publicacoes/publicacoesiica/sergiobuarque.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2022). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm

Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022) Áreas de importancia para la conservación de las aves. Recuperado de http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Gobierno del estado de Oaxaca, Poder ejecutivo. (2016). Programa de ordenamiento ecológico regional del territorio del estado de Oaxaca. *Periódico Oficial*.

H. Ayuntamiento de San Jerónimo Sosola. (2011). Plan Municipal de Desarrollo Sostenible de San Jerónimo Sosola, Oaxaca 2019-2021. http://sisplade.oaxaca.gob.mx//BM_SIM_Services/PlanesMunicipales/2019_2021/260.pdf

Sandoval Escudero, C. (2014). Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Serie Desarrollo Territorial. Recuperado de http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/53681/MetodosyaplicacionesAL.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Recuperado de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/subsistema-de-informacion-para-el-ordenamiento-ecologico-siore

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2021). NOM-012-SCT-2-2017. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508944&fecha=26/12/2017#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. (2022). Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/areas-naturales-protegidas/

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022a). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022b). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Recuperado de https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Recuperado de h ttps://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/subsistema-de-informacion-para-el-ordenamiento-ecologico-siore

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5588344&fecha=04/03/2020#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017a). Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector industrial, Modalidad: Particular. Recuperado de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121007/Guia_MIA-Particular_Industrial.pdf.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017b). Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5502499&fecha=26/10/2017#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6633/1/nom-161-semarnat-2011.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012a). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912592&fecha=23/06/2006#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003a). Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://paot.org.mx/centro/normas/fed/pdf/nom-080-semarnat-1994.pdf

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003b). Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/081.pdf

Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. (2022). Recursos Naturales -Áreas Nutuales Protegidas. Recuperado de https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/areas-naturales-protegidas/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018) DOF, Diario Oficial de la Federación, Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2017. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509975&fecha=03/01/2018#gsc.tab=0

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008) DOF, Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/240382/Nom-017.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. *Diario Oficial de la Federación.* Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Recuperado de https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

“E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca.”

CAPÍTULO IV

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

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 147
IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 147
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 153
IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR 153
IV.2.1.1. Medio abiótico 153
IV.2.1.1. A Clima 153
Calidad del aire 155
Contaminación Atmosférica 155
Vulnerabilidad al Cambio Climático 156
IV.2.1.1. B Geología 158
Sismicidad 159
IV.2.1.1. C Relieve 160
IV.2.1.1. D Hidrología 161
Hidrología Subterránea 162
IV.2.1.1. E Suelo 164
IV.2.1.2 Medio biótico 165
IV.2.1.2. A Vegetación 166
IV.2.1.2. B Fauna 214
IV.2.1.3 Medio socioeconómico 246
IV.2.1.3. A San Jerónimo Sosola 246
IV.2.1.3. B Santiago Nacaltepec 249
IV.2.1.4 Aceptación del proyecto 250
IV.2.1.5 Paisaje 253
IV.2.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 256
IV.2.2.1. Calidad del sistema ambiental 259
IV.2.3 VULNERABILIDAD DEL SITIO DEL PROYECTO 263

Contenido de figuras

Figura 4.1. Construcción del SAR, delimitado por microcuencas 149
Figura 4.2. Ubicación del SAR 150
Figura 4.3. Mapa de ubicación del área de influencia (AI) y área del proyecto. 152
Figura 4.4. Unidades Climáticas de SAR 154
Figura 4.5. Climograma de la estación 0020073 Nacaltepec 155
Figura 4.6. Vulnerabilidad ante el cambio climático 157
Figura 4.7. Geología del SAR 158
Figura 4.8. Regionalización sísmica de la República Mexicana 160
Figura 4.9. Mapa de altimetría 161
Figura 4.10. Escurrimientos de agua del SAR 162
Figura 4.11. Mapa de Suelos 164
Figura 4.12. Mapa de degradación del suelo 165
Figura 4.13. Tipos de Uso de Suelo y vegetación del SAR 166
Figura 4.14. Forma y tamaño de las unidades de muestreo 170
Figura 4.15. Imagen satelital de los sitios de Muestreo. 172
Figura 4.16. Mapa de distribución de Erythrina americana cataloga como amenazada en la Nom-059- Semarnat-2010 187
Figura 4.17. Mapa de distribución de la Brahea dulcis cataloga como sujeta a protección especial en la Nom-059- Semarnat-2010 188
Figura 4.18. Mapa de distribución de Prosthechea citrina cataloga como sujeta a protección especial en la Nom-059- Semarnat-2010 188
Figura 4.19. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna. 216
Figura 4.20. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA´s). 218
Figura 4.21. Porcentaje de los cuatro grupos de vertebrados terrestres presentes en el SAR. .. 228
Figura 4.22. Porcentaje de los cuatro grupos de vertebrados terrestres presentes en el área del proyecto y área de influencia. 228
Figura 4.23. Abundancia relativa de Anfibios en el SAR, utilizando la propuesta de Pettingill. .. 232
Figura 4.24. Abundancia relativa de Reptiles en el SAR utilizando la propuesta de Pettingill 234
Figura 4.25. Abundancia relativa de aves en el SAR, utilizando la propuesta de Pettingill 235
Figura 4.26. Abundancia relativa de Mamíferos en el SAR utilizando la propuesta de Pettingill 237

Figura 4.27. Abundancia relativa de Anfibios en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill. 238

Figura 4.28. Abundancia relativa de Reptiles en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill. 239

Figura 4.29. Abundancia relativa de Aves en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill. 240

Figura 4.30. Abundancia relativa de Mamíferos en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill. 241

Figura 4.31. Mapa de distribución de Archilochus colubris en México. 242

Figura 4.32. Mapa de distribución de Nyctidromus albicolis en México. 242

Figura 4.33. Mapa de distribución de Bombycilla cedrorum en México. 242

Figura 4.34. Mapa de distribución de Passerina cyanea en México. 243

Figura 4.35. Mapa de distribución de Craugastor augusti en México. 243

Figura 4.36. Mapa de distribución de Plestiodon brevirostris en México. 243

Figura 4.37. Mapa de distribución de Potos flavus en México. 244

Figura 4.38. Localidades de San Jerónimo Sosola. 247

Figura 4.39. Riesgo por inundaciones. 264

Figura 4.40. Sismos históricos 264

Figura 4.41. Inestabilidad de laderas 265

Contenido de tablas

Tabla 4.1. Puntos de inflexión de la poligonal del SAR..... 150
Tabla 4.2. Datos meteorológicos 154
Tabla 4.3. Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Oaxaca, durante el año 2016. 156
Tabla 4.4. Acuíferos del SAR. 162
Tabla 4.5. Características del Acuífero de Cuicatlán 163
Tabla 4.6. Uso de Suelo y Vegetación del SAR. 166
Tabla 4.7. Coordenadas de la poligonal de muestreo. 173
Tabla 4.8. Listado florístico del Sistema Ambiental Regional. 178
Tabla 4.9. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato arbóreo 181
Tabla 4.10. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato arbustivo 182
Tabla 4.11. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato herbáceo. 183
Tabla 4.12. Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Arbóreo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP..... 184
Tabla 4.13. Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Arbustivo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP..... 185
Tabla 4.14. Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Herbáceo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP..... 186
Tabla 4.15. Uso de suelo y vegetación del sitio del proyecto 193
Tabla 4.16. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales requeridos 195
Tabla 4.17. Polígono 1. 196
Tabla 4.18. Polígono 2. 196
Tabla 4.19. Polígono 3. 197
Tabla 4.20. Polígono 4. 197
Tabla 4.21. Polígono 5. 198
Tabla 4.22. Polígono 6. 198
Tabla 4.23. Polígono 7. 199
Tabla 4.24. Polígono 8. 199
Tabla 4.25. Polígono 9. 199
Tabla 4.26. Polígono 10. 200
Tabla 4.27. Polígono 11 200

Tabla 4.28. Polígono 12. 201
Tabla 4.29. Polígono 13. 201
Tabla 4.30. Polígono 14. 201
Tabla 4.31. Polígono 15. 202
Tabla 4.32. Polígono 16. 203
Tabla 4.33. Polígono 17. 203
Tabla 4.34. Polígono 18. 204
Tabla 4.35. Polígono 19. 204
Tabla 4.36. Polígono 20. 205
Tabla 4.37. Polígono 21. 205
Tabla 4.38. Polígono 22. 205
Tabla 4.39. Polígono 23. 206
Tabla 4.40. Polígono 24. 206
Tabla 4.41. Polígono 25. 206
Tabla 4.42. Polígono 26. 207
Tabla 4.43. Polígono 27. 207
Tabla 4.44. Polígono 28. 208
Tabla 4.45. Polígono 29. 208
Tabla 4.46. Polígono 30. 208
Tabla 4.47. Polígono 31. 209
Tabla 4.48. Polígono 32. 209
Tabla 4.49. Polígono 33. 209
Tabla 4.50. Polígono 34. 210
Tabla 4.51. Polígono 35. 210
Tabla 4.52. Listado de especies a remover por los trabajos de construcción del camino. 210
Tabla 4.53. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna 216
Tabla 4.54. Listado faunístico del Sistema Ambiental Regional (SAR). 221
Tabla 4.55. Listado faunístico del área de influencia. 223
Tabla 4.56. Listado faunístico del área del proyecto. 226
Tabla 4.57. Índice de diversidad por especie de anfibios dentro del SAR. 232
Tabla 4.58. Índice de diversidad por especie de reptiles dentro del SAR. 233

Tabla 4.59. Índice de diversidad por especie de aves dentro del SAR. 234

Tabla 4.60. Índice de diversidad por especie de mamíferos dentro del SAR. 236

Tabla 61. Índice de diversidad por especie de anfibios dentro del área del proyecto y área de influencia. 237

Tabla 62. Índice de diversidad por especie de reptiles dentro del área del proyecto y área de influencia. 238

Tabla 4.63. Índice de diversidad por especie de aves dentro del área del proyecto y área de influencia. 239

Tabla 4.64. Índice de diversidad por especie de mamíferos dentro del área del proyecto y área de influencia. 241

Tabla 4.65. Listado faunístico en el SAR conforme a la distribución de especies (fuente CONABIO y naturalista)..... 244

Tabla 4.66. Ponderación de los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management). 254

Tabla 4.67. Calidad escénica global..... 254

Tabla 4.68. Atributo paisajístico..... 255

Tabla 4.69. Atributo paisajístico del SAR 256

Tabla 4.70. Valoración de los indicadores 257

Tabla 4.71. Criterios de evaluación 261

Tabla 4.72. Valoración de los indicadores 261

Tabla 4.73. Diagnóstico Ambiental 261

Contenido de fotografías

Fotografías 4.1. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino. 167
Fotografía 4.2. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino- pino 168
Fotografías 4.3. Pastizal cultivado 169
Fotografías 4.4. Agricultura temporal anual. 169
Fotografías 4.5. Delimitación del transecto 171
Fotografías 4.6. Sitios de muestreo. 173
Fotografías 4.7. Toma del DAP del estrato arbóreo. 174
Fotografías 4.8. Toma de la altura del estrato arbustivo. 175
Fotografías 4.9. Toma de datos de vegetación. 176
Fotografías 4.11. Marcación de la línea de ceros 189
Fotografías 4.12. Medición del DAP y marcación de los árboles a remover 189
Fotografías 4.13. Cultivo de Maíz. 190
Fotografías 4.14. Camino existente. 191
Fotografías 4.15. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino- pino VSA/BQP 192
Fotografías 4.16. Vegetación ruderal y arvense. 192
Fotografías 4.17. Unidades de vegetación donde se realizaron los muestreos faunísticos. 217
Fotografías 4.18. Avistamiento de aves. 218
Fotografías 4.19. a) Colocación de trampa Tomahawk. b) Colocación de cámara trampa. c) Búsqueda de pequeños mamíferos dentro de madrigueras con cámara endoscópica. 218
Fotografías 4.20. Búsqueda de reptiles con gancho herpetológico y búsqueda de anfibios a orilla de cuerpos de agua. 219
Fotografías 4.21. Terrenos de cultivo en la localidad de San Jerónimo Sosola. 249
Fotografías 4.22. Tipo de vivienda presentes en el municipio de Santiago Nacaltepec. 250
Fotografía 4.23. Acta de Asamblea General Informativa en las comunidades de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, Oaxaca. 253
Fotografías 4.24. Asamblea General Informativa en las comunidades de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, Oaxaca. 253
Fotografías 4.25. Calidad visual del área del proyecto y área de influencia. 255
Fotografías 4.26. Calidad visual del área del SAR. 256

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

IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

En este aparatado se describen y analizan de forma integral el Sistema Ambiental Regional (SAR) que constituye el entorno del proyecto. En primer término, se delimitó el área de estudio del proyecto, tomando como referencia diferentes criterios, principalmente aspectos bióticos y abióticos que caracterizan la región, posteriormente se presenta la caracterización ambiental. El área de estudio debe considerarse como el área mínima indispensable de delimitación natural de los ecosistemas que nos permita valorar los posibles impactos que producirán la modernización y ampliación del camino rural "**E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca**".

La delimitación tiene por objetivo definir un espacio que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, donde sea posible realizar una descripción clara de los elementos del SAR, incluyendo el componente humano, para poder considerar aspectos culturales, económicos y sociales.

De acuerdo con la magnitud del presente proyecto y ante la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) de parte del marco jurídico aplicable para el procedimiento de evaluación del impacto ambiental en la composición de esta MIA, la conceptualización para el sitio donde se insertará el proyecto fue asumida como "Espacio geográfico". Considerando que el espacio geográfico no es homogéneo, sino que está constituido por una infinidad de sistemas naturales de diversa magnitud y complejidad, desplegados continuamente para presentarse bajo la forma de complejos geográficos compuestos por unidades dispuestas con una estructura de jerarquías, que se articulan unas con otras en la arquitectura espacial.

Para delimitar y establecer el SAR, se tomaron en cuenta las siguientes definiciones:

- Región Ecológica: Unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes (LGEEPA).
- Región: Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de estos (Guía MIA-Regional).
- Cuenca hidrológica: Unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas (aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad), en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna y más recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica juntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (LAN).

Como complemento a las definiciones se consideró el enfoque territorial en El Programa nacional de microcuencas (INE, 2007), el cual propone utilizar a la microcuenca como el espacio de atención integral, lo que habrá de tener un impacto positivo en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en mejores servicios ambientales, agua y aire limpio, a los centros urbanos, además del impulso que tendría en el establecimiento de empresas de servicios. Asimismo, las principales leyes reglamentarias que mandatan en forma explícita en su articulado, la atención de la cuenca, subcuenca y microcuenca como el escenario más idóneo para impulsar el desarrollo sustentable.

Así tenemos que para delimitar el SAR en este estudio se utilizó un SIG, sistema de información geográfica (ArcGIS 10.3), siguiendo los siguientes pasos:

1. Se insertó el eje del proyecto georreferenciado y posteriormente se añadió la carta de subcuencas del Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
2. El eje del trazo se ubica dentro de la subcuenca Papaloapan, la cual cubre una superficie de 2,555.71 km^2, sin embargo, es un área demasiado extensa para poder analizar los elementos que la conforman, por lo que se utilizó otro parámetro, en este caso el de microcuencas.
3. Se visualizó el eje del proyecto en la carta de microcuencas hidrográficas propuesta por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO-UAQ 2005), resultando que del km 0+000 al km 3+940 se inserta dentro de la microcuenca Santa María Tejotepec y del km 3+940 al km 8+009 en la microcuenca denominada 28-120-01-296.
4. Se realizó la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) por microcuencas; puesto que como se mencionó en párrafos anteriores la microcuenca se define como el espacio territorial definido por la geomorfología, siendo éste el elemento más estable del medio natural y en el que se sustentan los recursos agua, suelo, flora y fauna.

En la figura 4.1 se muestra los pasos para la delimitación del SAR. En la figura 4.2, se muestra el eje del proyecto "E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, Tramo del Km. 0+000 al Km. 8+009, con una meta de 8.0 km. Se insertaron las microcuencas 28-120-01-296 y Santa María Tejotepec".

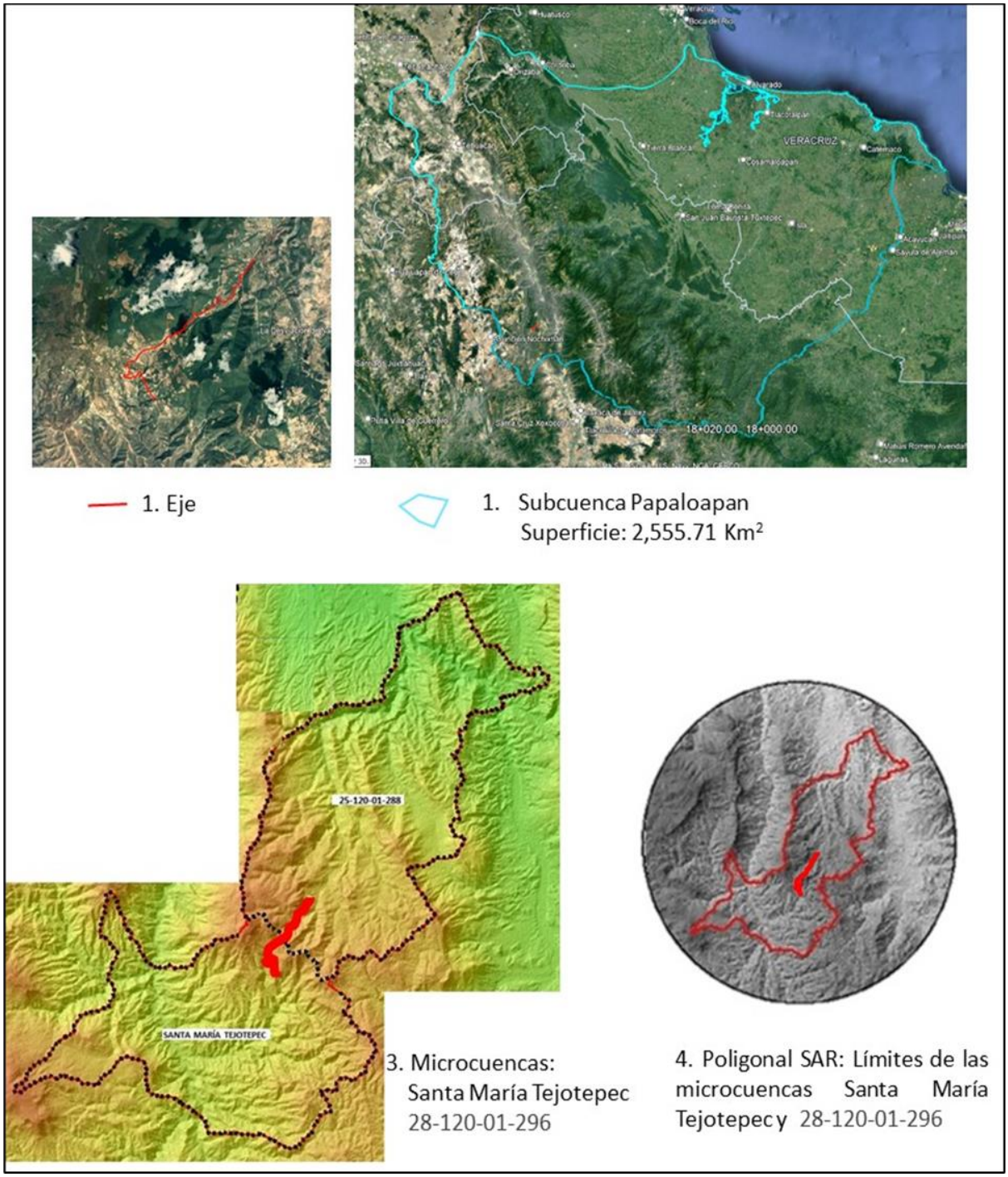


Figura 4.1. Construcción del SAR, delimitado por microcuencas

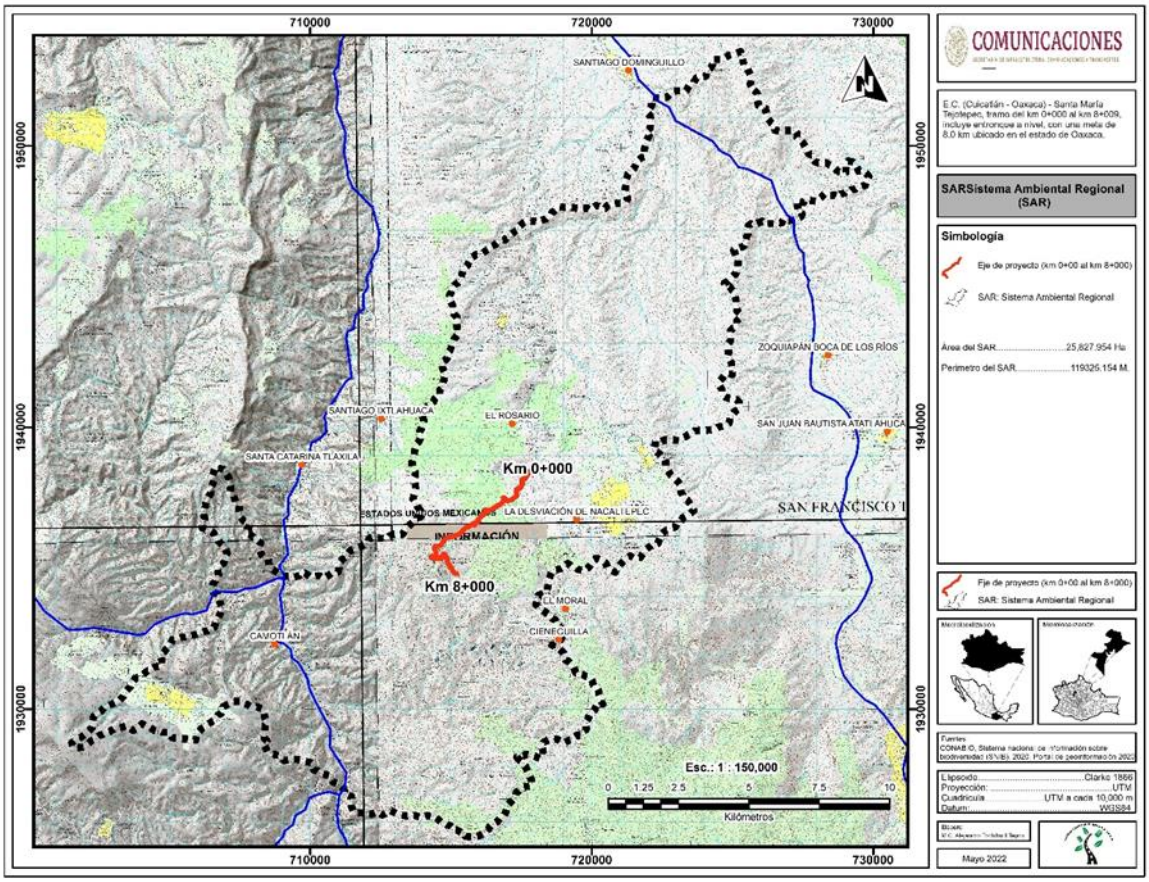


Figura 4.2. Ubicación del SAR

El SAR cuenta con:

- Perímetro 119,325.154 m
- Superficie 25,827.954 Ha

En la tabla 4.1 se presenta un compendio de coordenadas UTM de la poligonal del SAR. En el apartado VIII.3.5 se presentan las coordenadas de cada punto de inflexión del perímetro del SAR.

Tabla 4.1. Puntos de inflexión de la poligonal del SAR

Coordenadas UTM		
No.	X	Y
1	3,043,902	638,043
2	3,045,898	635,832
3	3,047,494	635,570
4	3,046,400	634,305
5	3,044,312	633,398
6	3,043,497	631,775
7	3,043,442	629,614
8	3,043,637	626,975
9	3,040,777	625,131
10	3,041,488	622,470

Coordenadas UTM		
No.	X	Y
20	3,024,824	614,899
21	3,021,962	614,868
22	3,021,393	615,610
23	3,023,735	618,043
24	3,025,136	619,815
25	3,024,769	622,355
26	3,026,052	622,456
27	3,027,622	620,385
28	3,029,647	620,956
29	3,032,430	622,595

11	3,038,981	621,172	30	3,032,402	625,833
12	3,036,787	619,441	31	3,033,401	628,733
13	3,038,149	617,218	32	3,033,944	631,714
14	3,038,352	615,120	33	3,035,962	633,205
15	3,036,109	614,126	34	3,039,199	633,907
16	3,035,272	611,777	35	3,040,127	636,041
17	3,032,483	612,013	36	3,040,993	637,895
18	3,029,561	613,130	37	3,043,433	639,256
19	3,027,154	615,194	38	3,043,902	638,043

WGS 84, Zona 14 N

Delimitación del área de influencia AI

La influencia directa se define como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental. Los criterios usados para determinar el AI fueron:

1. Polígono que delimita el Proyecto: Teniendo en cuenta que es el área donde se pretenden realizar las obras civiles y otras actividades, pudiendo manifestar impactos sobre los componentes establecidos.
2. El Proyecto y sus actividades, incluyendo su infraestructura asociada. El emplazamiento de la infraestructura del Proyecto y de sus obras asociadas, determina áreas a intervenir de manera directa sobre las cuales puede preverse la generación de impactos.
3. Las áreas previstas a ser intervenidas con el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (captaciones, vertimientos, ocupaciones de cauce, zonas de material de préstamo, emisiones atmosféricas), en donde pueden preverse impactos sobre los medios.
4. La manifestación de los impactos ambientales significativos.

Finalmente, los límites del AI para el Proyecto corresponden a un buffer de 200 m a cada lado de la línea final del eje del Proyecto, para contar con una superficie de 320.36 Ha. El AI puede observarse en la figura 4.3.

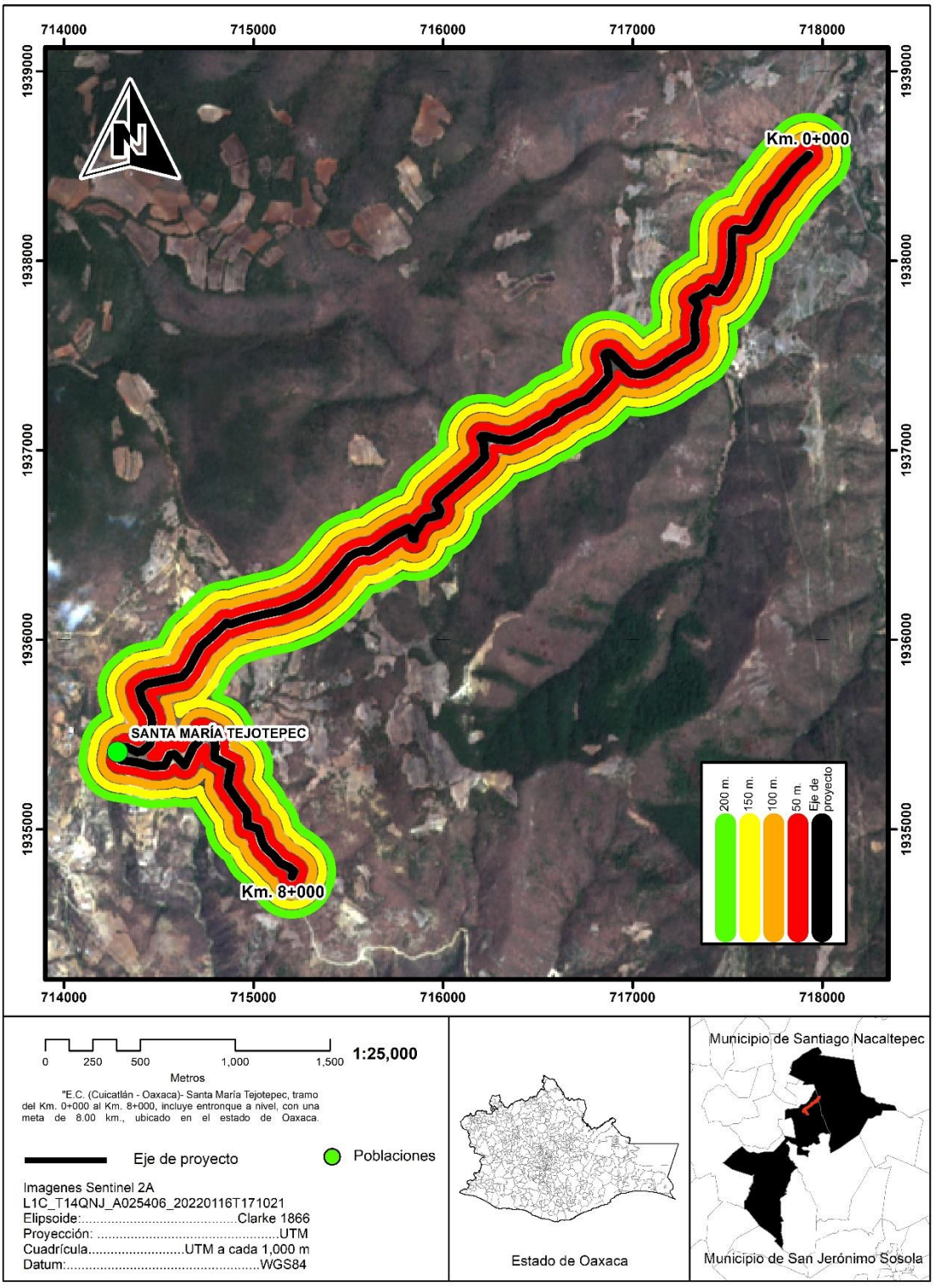


Figura 4.3. Mapa de ubicación del área de influencia (AI) y área del proyecto.

Superficies:

- El área de estudio del SAR del proyecto cubre una superficie de 25,827.954 Ha.
- La superficie del área de influencia (AI) cubre una superficie de 1,607 Ha.

- El área del proyecto (AP) y que corresponde a la línea de ceros del proyecto, es decir donde se las actividades y se realizaran las obras constructivas permanentes y que corresponde a la línea de ceros del proyecto es de 48.31 Ha.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

Este capítulo describe los procesos abióticos y bióticos del SAR. Algunos elementos enfatizan las características del área de afectación e influencia directa del proyecto.

El trazo del camino se proyecta dentro de la Región hidrológica 28B (RH) Papaloapan y se encuentra ubicada en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. El área de la cuenca se calcula de 46,517 km^2 y comprende territorialmente las entidades federativas de Puebla, Oaxaca y Veracruz, en la que se ubican 244 municipios y radica una población de 3.3 millones de habitantes.

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

IV.2.1.1. Medio abiótico

Para la caracterización del medio abiótico del Sistema Ambiental Regional (SAR), se elaboraron mapas con la cartografía temática de la Serie VI del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geología, edafología, relieve, hidrología, suelo). También se hizo una revisión bibliográfica (prontuario de Información Geográfica, datos de INEGI de los municipios involucrados y otras fuentes bibliográficas) de cada uno de los factores, con ello se generó la información del medio abiótico del SAR que se muestra a continuación.

IV.2.1.1. A Clima

De acuerdo con la carta climática vectorial serie I escala 1:250,000 editada por INEGI y con base en los datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 1996) el clima del SAR es:

C(wo) Templado subhúmedo: La temperatura media anual es entre 12° y 18°C, la temperatura del mes más frio es entre -3° y 18° C, mientras que la temperatura del mes más caliente es de 22°C. En este clima se desarrolla la influencia directa del proyecto.

BS1kw Semiárido templado: Temperatura media anual mayor a 18°C, la temperatura del mes más frío es menor a 18°C, mientras que la temperatura del mes más caliente es mayor a 22 °C. Este clima se desarrolla en el SAR.

BSohw Árido semicálido: Temperatura entre 18° y 22°C, la temperatura del mes más frío es menor a 18°C, la temperatura del mes más caliente es mayor a 22°C. Este clima se desarrolla en el SAR.

BS1kw Semiárido templado: Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3° y 18° C y la temperatura del mes más caliente es menor a 22°C.

Precipitación: El mes más seco presenta un mínimo de 40 mm; las lluvias de verano tienen un índice P/T menor de 43.2 y un porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.

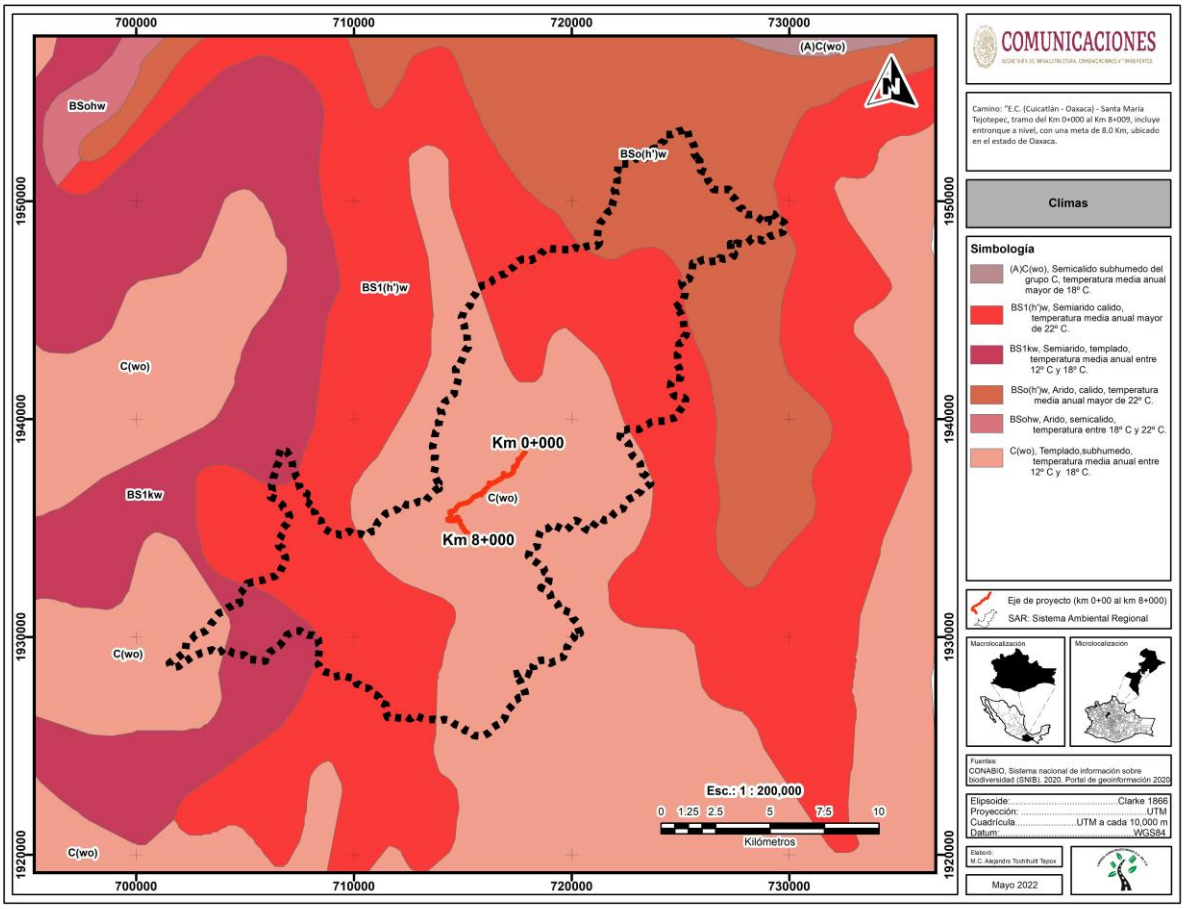


Figura 4.1. Unidades Climáticas de SAR

Para caracterizar el clima del área de estudio del proyecto, se consultaron los datos meteorológicos de la estación de estación Nacaltepec en el Municipio de Santiago Nacaltepec, esta estación es la más cercana al sitio del proyecto. En la tabla 4.2 se presentan los datos meteorológicos de la estación Nacaltepec en el Municipio de Santiago Nacaltepec.

Tabla 4.2. Datos meteorológicos

ESTACIÓN: 00020073 NACALTEPEC				
Mes	**T° media**	**T° mínima**	**T° máxima**	**Precipitación (mm)**
ENE	14.1	6.6	21.6	5.4
FEB	15.1	7.4	22.8	5.4
MAR	18.0	9.3	26.6	4.9
ABR	19.9	11.5	28.2	14.5
MAY	20.2	12.5	27.8	52.4
JUN	18.6	12.7	24.5	131.5
JUL	17.3	11.9	22.7	114.1
AGO	17.4	11.9	22.9	110.1
SEP	17.2	12.1	22.4	131.5
OCT	16.1	10.2	22.0	50.9

NOV	14.9	8.3	21.5	14.9
DIC	14.0	7.3	20.7	6.3
Anual	**16.9**	**10.1**	**23.6**	**641.9**

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Datos del 1951-2010, Estado de Oaxaca. Estación: 00020073 Nacaltepec. Latitud: 17°31'00" N, Longitud: 096°55'59" W. Altura 2,101.0 msnm.

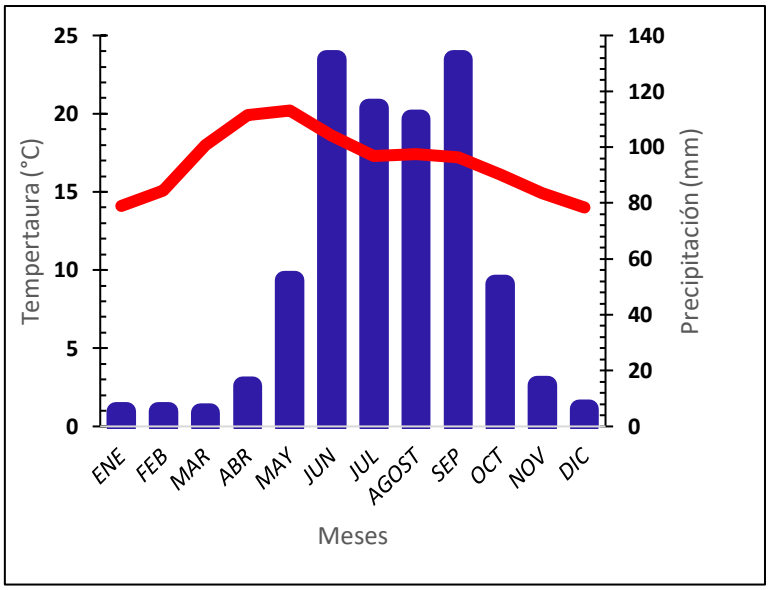


Figura 4.2. Climograma de la estación 0020073 Nacaltepec

Calidad del aire

No se realizaron pruebas para determinar la calidad del aire ya que el trazo del proyecto pasa por zonas semi-rurales, por lo tanto, no existe concentración de emisiones de gases originados por fuentes móviles, ya que las emisiones generadas por lo vehículos en circulación son inmediatamente dispersadas por las corrientes de aire.

Contaminación Atmosférica

De acuerdo con Inventario de Emisiones del Estado de Oaxaca 2016, la emisión de los compuestos orgánicos volátiles (COV) está relacionada con las emisiones provenientes de fuentes biogénicas (88%), estas emisiones están relacionadas con la actividad fotosintética de las plantas, pues liberan isoprenos y monoterpenos durante el proceso de fotosíntesis. El segundo lugar de emisiones es por el uso de leña a nivel doméstico además de emisiones ganaderas, así como el uso doméstico de solventes y el manejo y la distribución de gas LP.

La emisión de monóxido de carbono (CO) en el estado de Oaxaca están relacionadas con quema de biomasa, quema de leña a nivel doméstico, vehículos privados y comerciales de menos de tres toneladas, autos particulares, incendios forestales y quemas agrícolas.

Los compuestos de azufre, como el bióxido de azufre (SO_2), se producen principalmente durante la quema de combustibles que contienen este elemento, su mayor procedencia es la actividad industrial, sobre todo la relacionada con el petróleo y la petroquímica.

La emisión de los óxidos de nitrógeno está relacionada con dos sectores: por un lado, la acción natural de la vegetación, la cual libera más de 64% de este contaminante, y por el otro, la producción de NOx a partir de procesos de combustión, como el uso de combustibles fósiles en la combustión agrícola, vehículos menores a tres toneladas, autos particulares y tractocamiones.

Las emisiones de amoniaco (NH_3) se deben principalmente a la descomposición de la materia orgánica, mientras que las emisiones ganaderas generan 77% de este contaminante.

La emisión de partículas P10 es de gran interés por sus efectos adversos en la salud de la población, la emisión de partículas menores a 10 micrómetros se debe sobre todo a las emisiones de combustión doméstica (63%). La industria de alimentos y bebidas, del petróleo y petroquímica ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente. Los incendios forestales y las quemas agrícolas también son una fuente importante en la emisión de este contaminante.

Las partículas menores PM 2.5 micrómetros son emitidas por diferentes fuentes, entre ellas destaca la quema de biomasa, por ejemplo; el uso doméstico de leña, las quemas agrícolas y los incendios forestales, la industria del petróleo y petroquímica, así como la industria de bebidas (ingenios azucareros, que queman principalmente bagazo).

Tabla 4.3. Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Oaxaca, durante el año 2016.

Fuente	(Mg/año)						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Área fijas	6665	3925	99603	2827	7235	1203	87
Fuentes de aéreas	45444	39774	1987	295056	21093	278828	64896
Fuentes móviles	1289	1181	612	103574	27030	8123	166
Móviles no carreteras	70	69	525	508	3318	154	NE
Fuentes naturales	N/A	NA	NA	NA	103694	2034065	NA
Total	53468	44950	102726	401965	162369	2322185	65149

Tabla 3. CO Monóxido de carbono, NOx Óxidos de nitrógeno, COV Compuesto orgánico volátil, PM10 Partículas de diámetro inferior o igual a 10 micrómetros, PM2.5 Partículas de diámetro inferior o igual a 2.5 micrómetros y NH3 Amoniaco.
Fuente: Programa de Gestión para Mejorar la calidad del Aire del estado de Oaxaca ProAire 2019-2028

Vulnerabilidad al Cambio Climático

Se consultó el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC), para conocer la vulnerabilidad actual, la proyectada mínima y la proyectada máxima de los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, de las actividades económicas de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico y ante inundaciones, así como la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante inundaciones y deslaves. Con los datos del ANVCC se construyeron las siguientes gráficas:

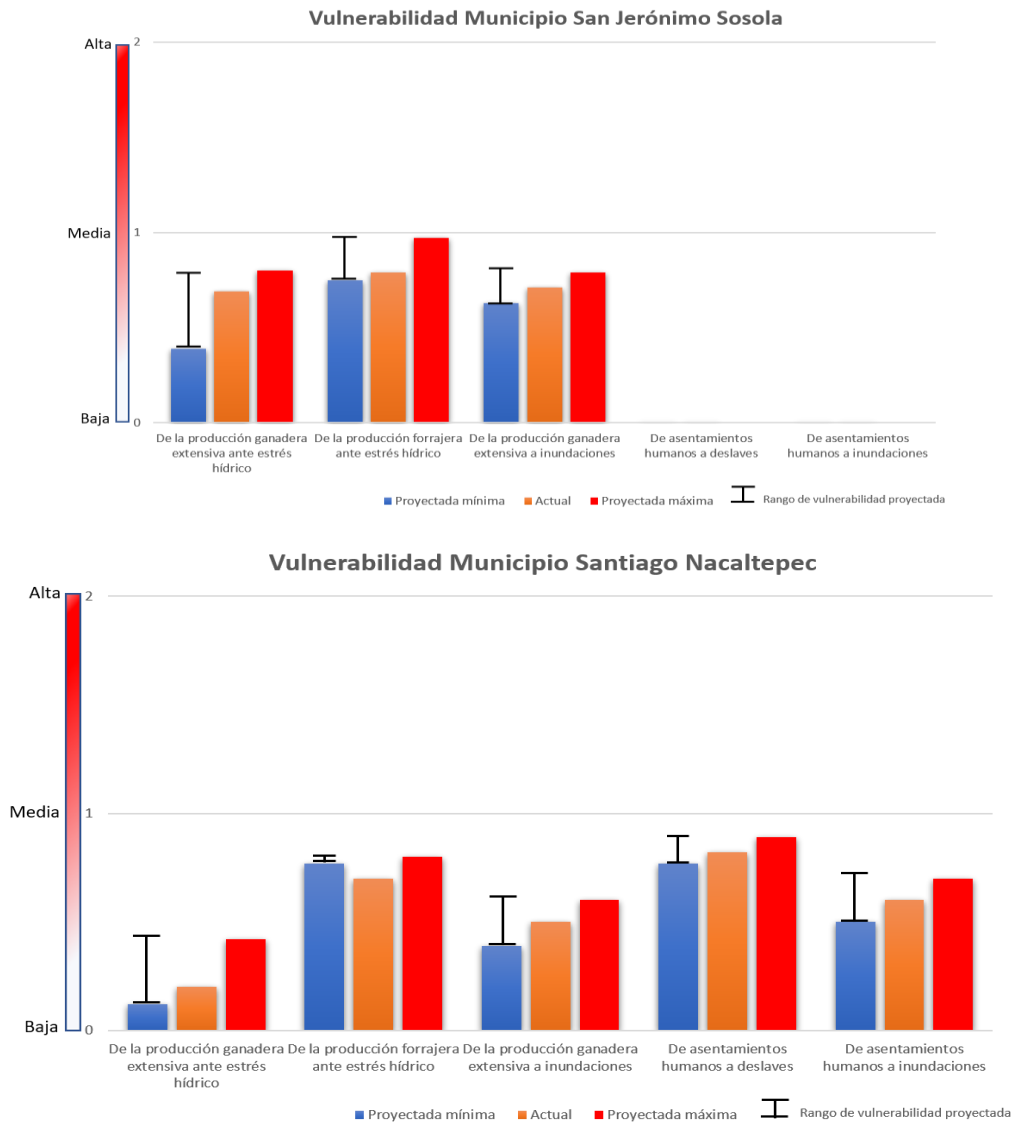


Figura 4.6. Vulnerabilidad ante el cambio climático

Como se puede observar en las figuras anteriores, el municipio de San Jerónimo Sosola presenta una vulnerabilidad actual y proyectada máxima en un rango de baja a media en las actividades económicas de producción ganadera extensiva ante estrés hídrico e inundaciones, así como de la producción de forraje ante estrés hídrico. Respecto a la vulnerabilidad de deslaves en asentamientos humanos y la vulnerabilidad a inundaciones se considera nula. En el municipio de Santiago Nacaltepec, que forma parte de SAR de este proyecto, la vulnerabilidad ante los factores antes mencionados corresponde de baja a media, tanto en la actual como en la proyectada máxima.

IV.2.1.1. B Geología

Geológicamente el área de estudio se encuentra localizado en las orillas de una plataforma del periodo cretácico inferior (Ki) y Jurásico inferior (Ji) (Ki), de la era mesozoica. De acuerdo con INEGI y CONABIO se elaboró el siguiente mapa geológico (Figura 4.7):

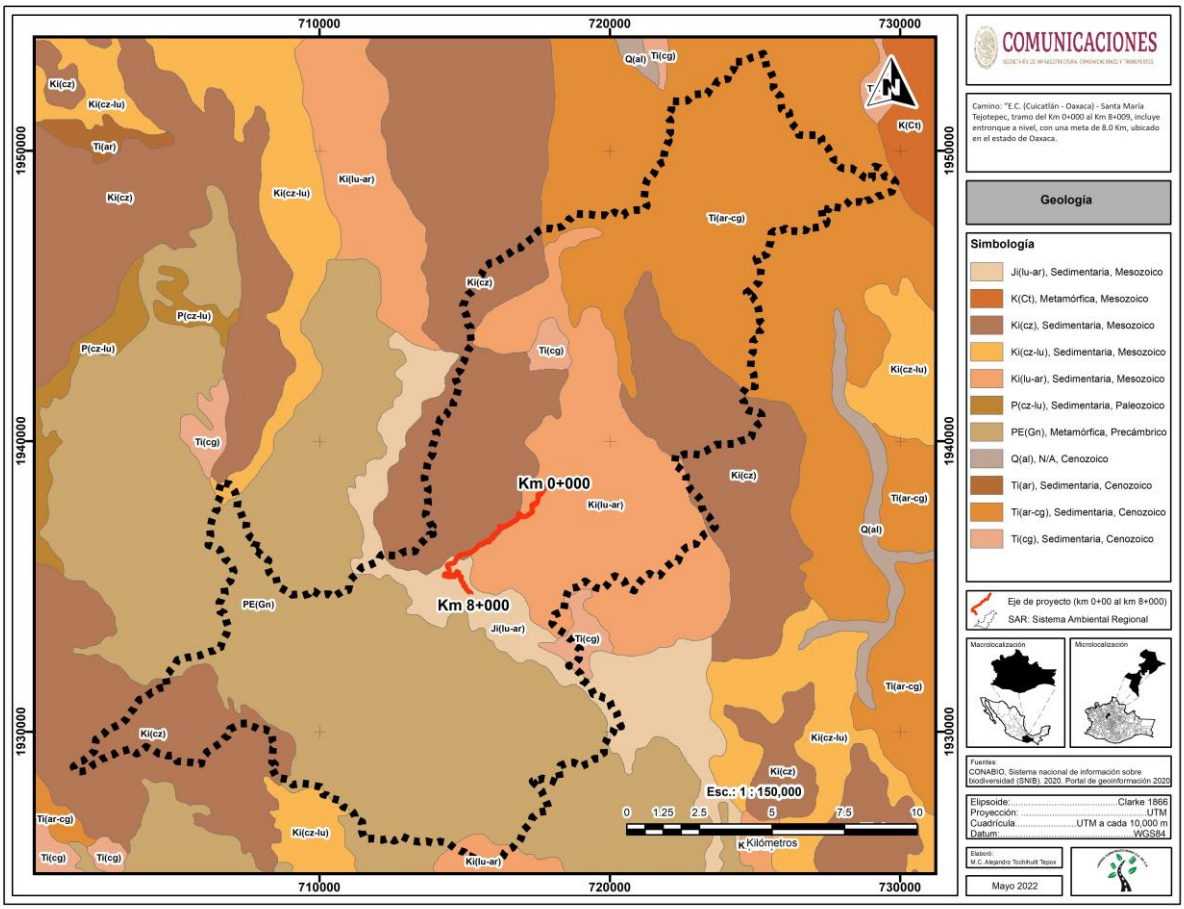


Figura 4.7. Geología del SAR

Ji(lu-ar): La Lutita-Arenisca del Cretácico Inferior y las areniscas son rocas detríticas sedimentarias dominadas por capas de arenas consolidadas, cuyo tamaño oscila ente 2 mm y 0.06 mm de diámetro. Las lutitas y las areniscas son las rocas sedimentarias más abundantes.

Las lutitas son rocas sedimentarias compuestas por partículas del tamaño de la arcilla y del limo, es decir aquellas con el tamaño de clasto más fino y que constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias. A diferencia de los conglomerados, las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad, por esta razón, resulta más difícil estudiar y analizar el origen de las lutitas.

Las rocas consolidadas se les llama areniscas, mientras que las rocas con clastos sueltos se les llama directamente arenas. Cuando estos clastos por la acción de la diagénesis se unen por medio de un cemento silíceo, carbonatado, arcilloso o ferruginoso dan lugar a una amplia gama de colores que las caracterizan.

Ti(ar-cg): Roca sedimentaria del Cenozoico, del tipo arenisca y conglomerado, ésta última se forma generalmente en el ambiente fluvial. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande. Las rocas areniscas son todas las rocas sedimentarias detríticas que contienen al menos el 50% de granos del tamaño de arena (0.063mm a 2mm), su textura es variable desde bien sorteada a con sorteo pobre, mineralógicamente se compone de cuarzo y feldespatos en conjunto con fragmentos de cualquier tipo de roca.

Ti(cg): Roca sedimentaria, tipo conglomerado del Cenozoico. Son rocas compuestas por gravas rodadas, guijarros y gránulos mayores a 2 mm con matriz de arena y/o limo. Pueden estar cementados por sílice, carbonato u óxidos de hierro.

Ki(cz) sedimentaria: Esta unidad está compuesta en un 90% por Carbonato de Calcio ($CaCO_3$), especialmente calcita y aragonita. En su versión más pura es de color blanco, pero mezclada con arcilla, hematita, óxido de hierro y cuarzo, adquiere tonalidades diferentes como marfil, marrón y gris azulado. Su dureza es de 3 en la escala de Mohs. Produce efervescencia en ácido clorhídrico.

PE(Gn): Roca metamórfica foliada bandeada (textura gnéisica), típicamente compuesta de capas alternas de colores oscuras y claros que varían en grosor de milímetros a metros. Este bandeo (foliación), o bandas gneisicas le dan al gnesis una apariencia de rayada.

Sismicidad

El estado de Oaxaca cuenta con un área de 507 Km hacia el Océano Pacífico y una plataforma continental de 95,000 km^2, se encuentra dentro de una zona vulnerable a los fenómenos de origen geológico, por su ubicación es una de las regiones sísmicas de mayor potencial, debido al proceso tectónico de la velocidad de subducción de la placa de Cocos por debajo de la placa de Norteamérica.

Con base en la carta de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, el área del proyecto se encuentra situada en la zona C (Figura 4.8), en esta zona se registran sismos no tan frecuente, pero son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

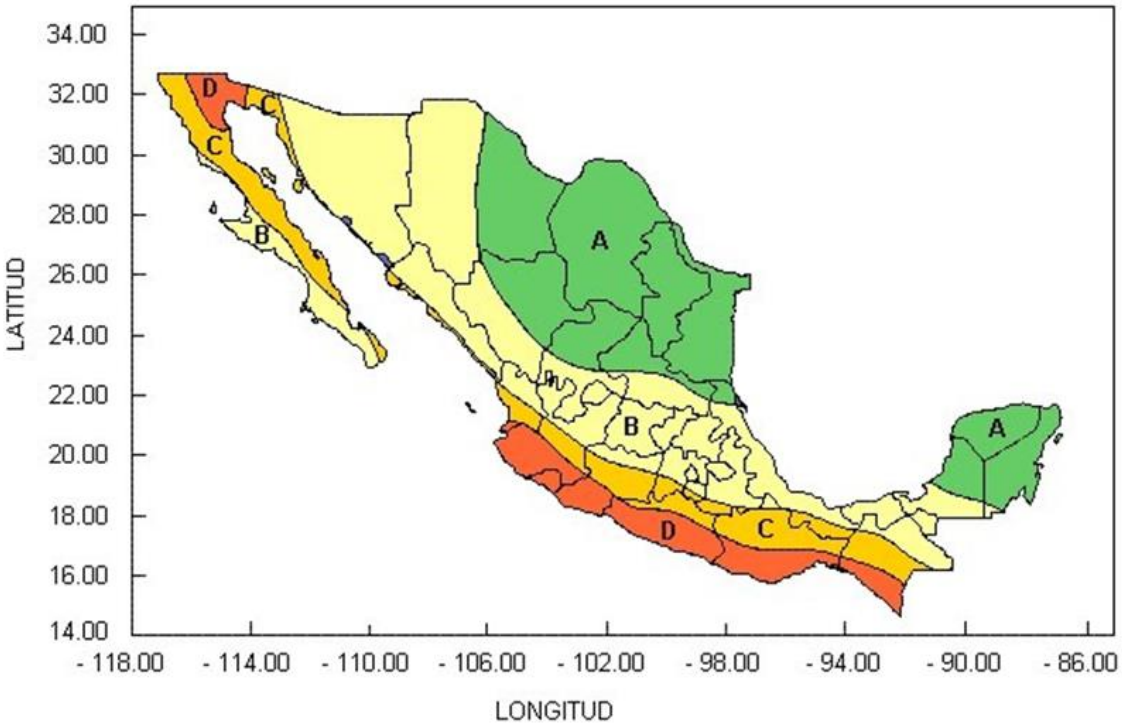


Figura 4.8. Regionalización sísmica de la República Mexicana

IV.2.1.1. C Relieve

El sistema Ambiental Regional, se ubica en la zona de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y la subprovincia Sierra Oriental.

La Sierra Madre del Sur limita al Norte con el Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, al Sur colinda con el Océano Pacífico, abarcando parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Las elevaciones máximas se encuentran el estado de Guerrero y Oaxaca. Es conocida como la región más compleja y menos conocida del país, debido a muchos de sus rasgos particulares y su relación con la placa de Cocos. A esto se le debe la sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas. En gran parte de la provincia prevalecen los climas cálidos, semicálidos y subhúmedos.

La subprovincia Sierra Oriental recorre de Norte a Sur la parte Centro-Oriente del Estado de Oaxaca. Tiene una superficie de 17,519.95 Km^2, cuenta con altitudes de hasta 2500 m. Se caracteriza por presentar una estructura asimétrica, sus mayores altitudes se acentúan al poniente, con laderas de longitud corta y de declive pronunciado mayor a 18°, mientras que en orientación hacia el Golfo de México se presentan con mayor predominio laderas tendidas alternadas por llanuras aluviales. De estas características deriva la gran variedad de aspectos morfológicos del sistema ambiental Regional, distinguido por su topografía interrumpida por ejes de premontañas que se disponen en dirección Noroeste-Sureste con pendientes entre los 5° y 50°.

El sistema de topoformas presente en el SAR es principalmente sierra. El eje del proyecto se localiza entre 1960 y 2300 msnm (Figura 4.9).

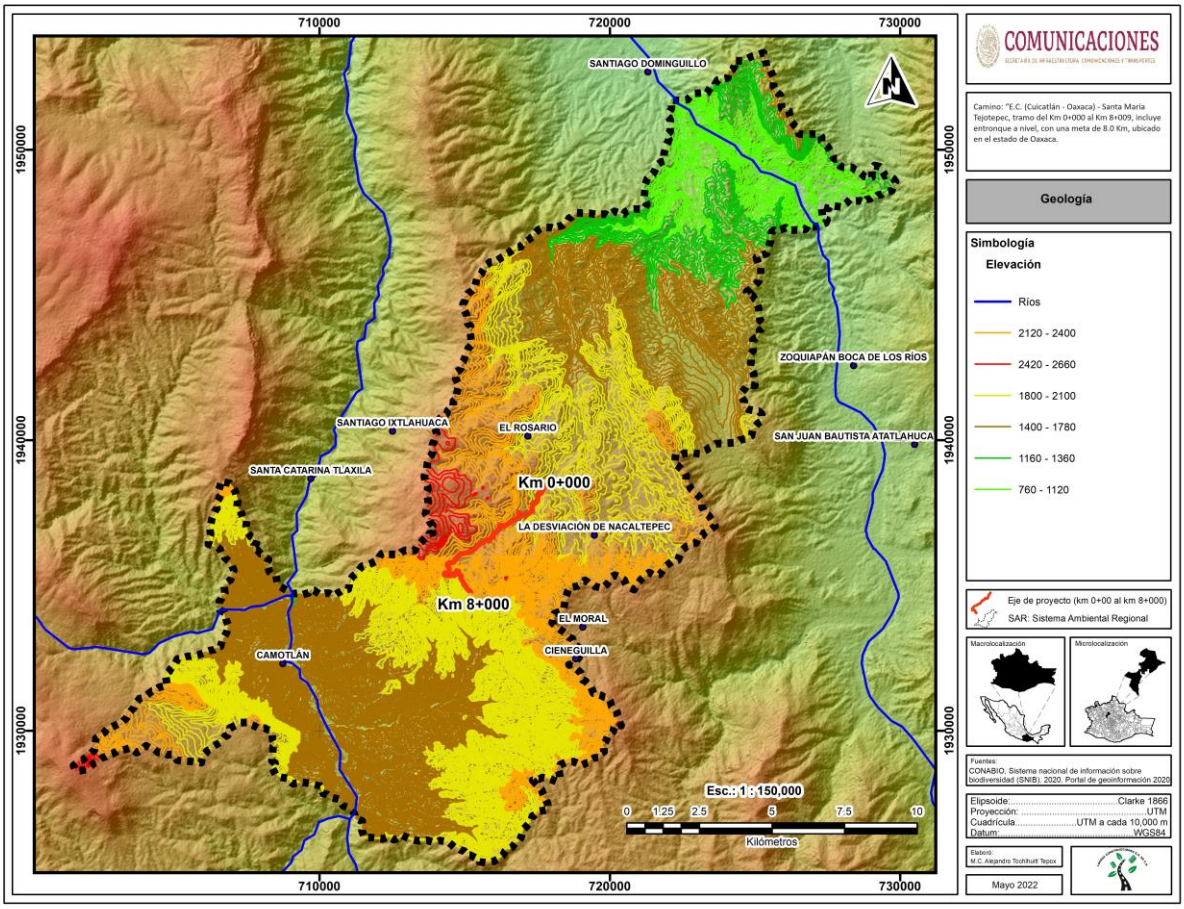


Figura 4.9. Mapa de altimetría

IV.2.1.1. D Hidrología

El trazo carretero del proyecto está inmerso en la región a región hidrológica 28 (RH28) Río Papaloapan. Abarca aproximadamente 47,448 km^2 de superficie correspondiendo 52% a Oaxaca, 38% a Veracruz y 12% a Puebla, cuenta con 15 sistemas hidrográficos que por, su caudal ocupa el segundo lugar el país con 47 millones de Mm^3 de escurrimiento medio anual que son vertidos en la Laguna de Alvarado. La Región se divide en dos subregiones Hidrológicas: la subregión hidrológica Río Papaloapan y la subregión hidrológica Papaloapan A.

La subregión hidrológica Río Papaloapan comprende toda la cuenca de aportación de este río como cauce principal y la de todos sus formadores y afluentes, entre los que destacan los ríos Santo Domingo, Tonto, Blanco, San Juan y Tesechoacán. El área de esta Subregión es de 47,600.510 km^2, lo que representa más del 81% del área de la Región Hidrológica Número 28. La precipitación media anual se estima en 1,785 milímetros y el escurrimiento medio anual en 42,018.319 millones de m^3, es decir el 88.7% del escurrimiento de toda la región hidrológica.
Los recursos hídricos principales del SAR son:

- **Loticos:** Rio Papaloapan
- **Escurrimientos superficiales:** Río Seco y Laguna Seca

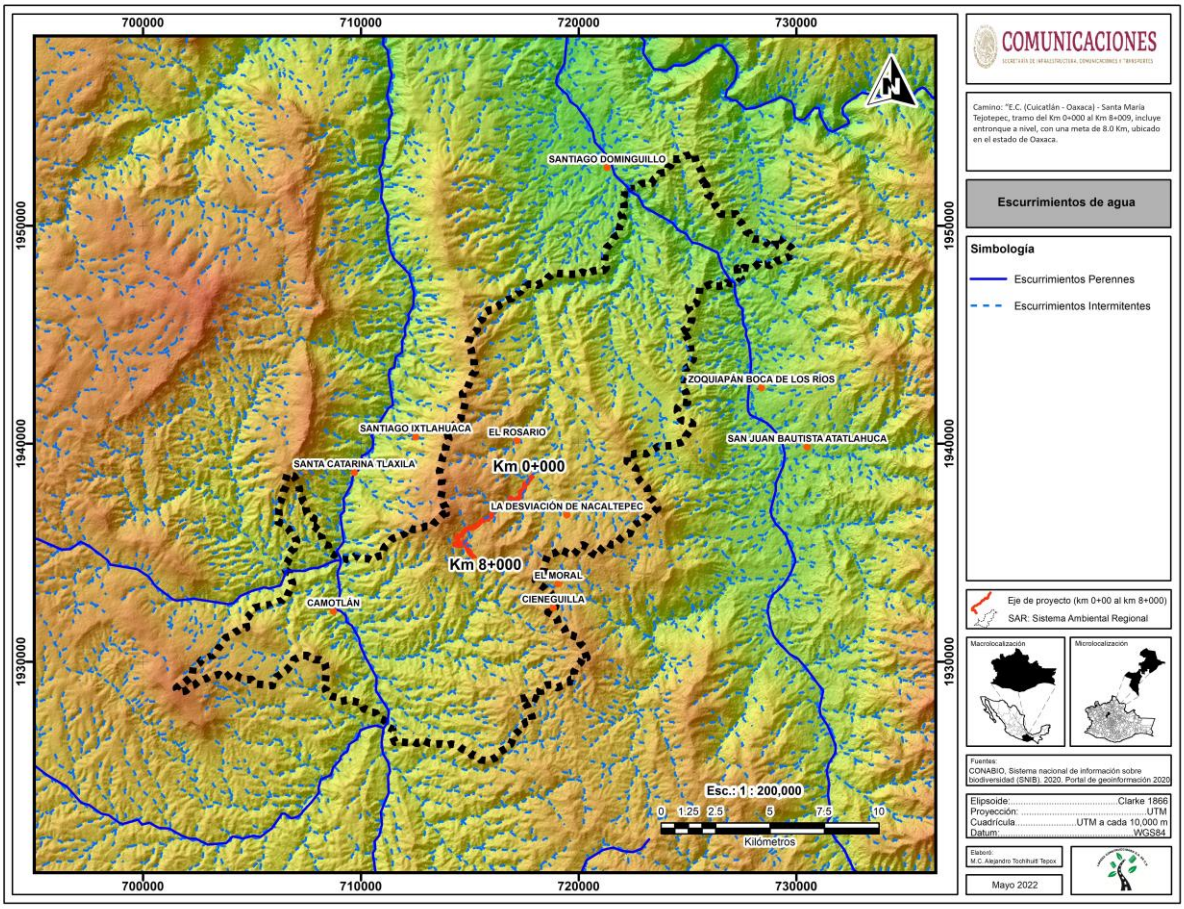


Figura 4.10. Escurrimientos de agua del SAR

Hidrología Subterránea

En referencia a las aguas subterráneas, la CONAGUA tiene delimitados 21 acuíferos en la entidad, de los cuales 5 están sobreexplotados: 2004 Jamiltepec, 2007 Tehuantepec, 2008 Ostuta, 2009 Río Verde-Ejutla, 2018 Pinotepa nacional. Los acuíferos con mayor reserva son: 2013 Coatzacoalcos, 2010 Tuxtepec y 2025 Valles centrales. En estos tres acuíferos, la reserva es de 632 millones de metros cúbicos.

La recarga total de aguas subterráneas región a región hidrológica 28 (RH28) Río Papaloapan, se estima en 1,222Mm^3 y representa el 3% de la oferta global del agua en la cuenca. El volumen total de agua subterránea que se extrae es de 194 hm^3.

En la tabla 4 se indica el acuífero al que pertenece el proyecto y SAR.

Tabla 4.4. Acuíferos del SAR.

Clave	Nombre	Disponibilidad	Fecha D.O.F.	¿Sobreexplotado?	Superficie (Ha)	SAR/ Eje del proyecto
2012	Cuicatlán	Con disponibilidad	17/09/2020	No	745421.372	Ambos

En la tabla 4.5 se presentan las características del Acuífero Cuicatlán de acuerdo con CONAGUA (2020) publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla 4.5. Características del Acuífero de Cuicatlán

Acuífero	Características estructurales	Uso	Calidad
Cuicatlán	Acuífero tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales de granulometría variada y espesor reducido, así como conglomerados areniscas. Este es el acuífero que actualmente se explota en los valles intermontanos y en la planicie de inundación de los ríos Salado y Grande, principalmente mediante norias perforadas manualmente que satisfacen las necesidades del uso doméstico-abrevadero. Las secuencias calcáreas que se encuentran a mayor profundidad y representan una fuente potencial de agua subterránea que aún no ha sido explorada.	De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos realizado en el 2010, se registró la existencia de 28 aprovechamientos, de los cuales 23 son norias, 2 pozos y 3 manantiales. De ellos, 22 están activos y 6 están abandonados. El volumen de extracción conjunto estimado asciende a 0.3 hm^3 anuales, de los cuales 0.13 hm^3 (43.3%) son para uso doméstico, 0.10 hm^3 más (33.3 %) se destinan a las actividades agrícolas, 0.05 hm^3 (16.7%) se utiliza para satisfacer las necesidades del uso público urbano y los 0.02 restantes (6.7%) para otros usos.	Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 15 muestras de agua de 15 aprovechamientos (norias) distribuidos en la zona para su análisis fisicoquímico. Las determinaciones incluyeron: iones mayoritarios en Sodio (Na++), Potasio (K+), Calcio (Ca++), Magnesio (Mg++), Bicarbonatos (HCO3-), Sulfatos (SO4=), Cloruros (Cl-), y Nitratos (NO3-); elementos traza como: Arsénico, Hierro, Manganeso, Fosfatos y Flúor, entre otros, así como las determinaciones de Coliformes Totales y Fecales. Las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Norma Oficial Mexicana para los diferentes usos. La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 109 a menos de 1000 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano. Valores ligeramente superiores a los 1000 posiblemente estén asociados a fuentes puntuales de contaminación, debido a que la mayoría de las norias no tiene ninguna protección sanitaria. De manera general los valores más bajos se ubican en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, mientras que los mayores se registran en la porción central, reflejando de esta manera las direcciones preferenciales del flujo subterráneo.

Fuente: CONAGUA publicado en el Diario Oficial de la Federación (2020) hm^3: Hectómetro cúbico que equivale a un millón de metros cúbicos.

IV.2.1.1. E Suelo

De acuerdo con INEGI y CONABIO, el SAR presenta el siguiente tipo de suelo (Figura 4.11).

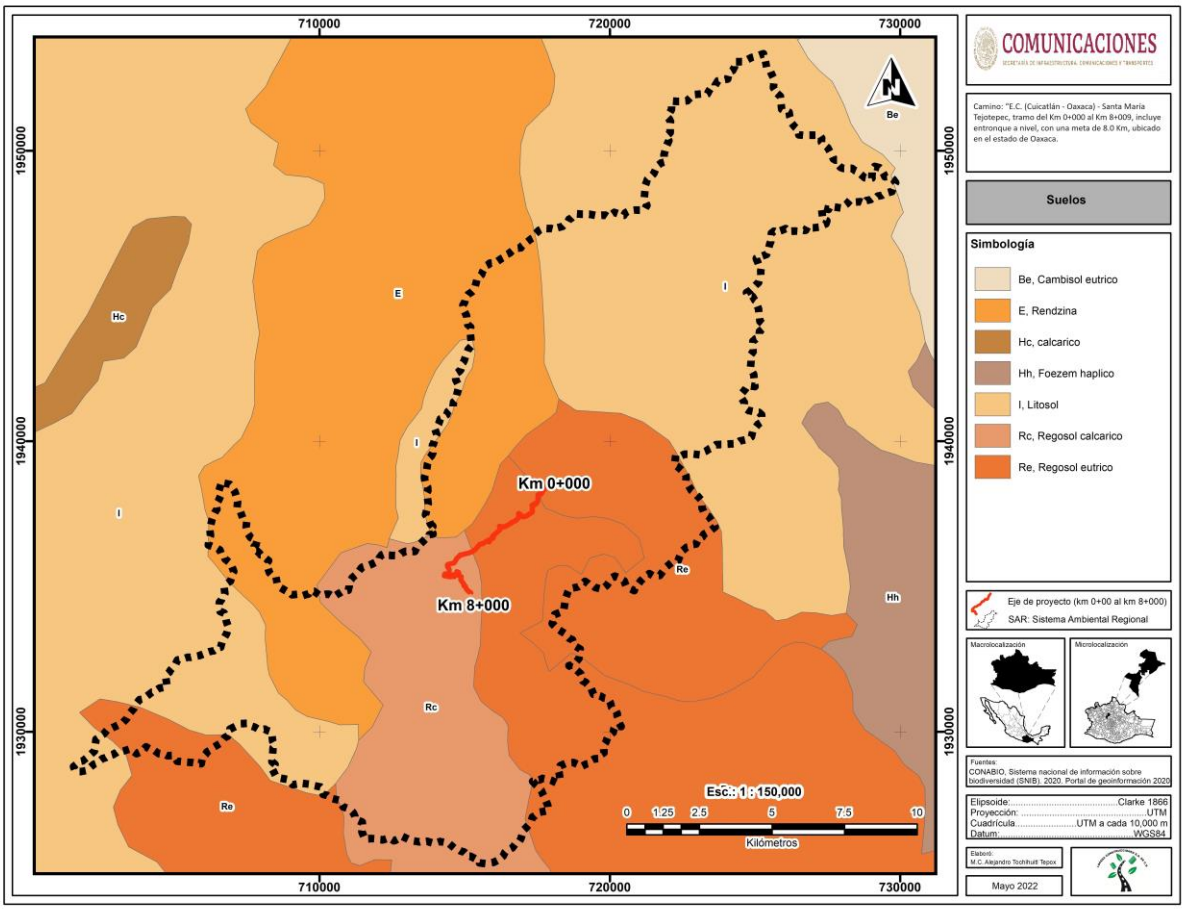


Figura 4.11. Mapa de Suelos

(Re) Regosol eútrico: Suelo procedente de materiales no consolidados, con una susceptibilidad a la erosión de moderada alta; posee un único horizonte A claro, con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado, duro y macizo cuando se seca. No tiene propiedades sálicas. Tiene un grado de saturación de 50% o más en los 20-50 cm superficiales y sin presencia significativa de carbonato de calcio.

(Rc) Regosol calcárico: Es calcáreo entre 20 y 50 cm desde la superficie.

(I) Litosol: Son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro y continuo. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Ocupan 20.04% de la superficie estatal, principalmente en las topoformas de sierras del noroeste y suroeste del Estado. Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro. Los contenidos de materia orgánica van de

moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.1- 7.4).

(E) Rendzina: Tienen una capa superficial blanda de color obscuro, rica en materia orgánica y nutrientes. Esta sobre material calcáreo con un equivalente de carbonato de calcio de más de 40 %. Carente de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad de la superficie, sin salinidad elevada. No son profundos y son generalmente arcillosos.

En la Figura 4.12, se presenta la caracterización del SAR, de acuerdo con el estado de degradación del suelo y sus causas (CONABIO – SEMARNAT). Donde el SAR presenta degradación por erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y en menor proporción degradación hídrica por deformación del terreno.

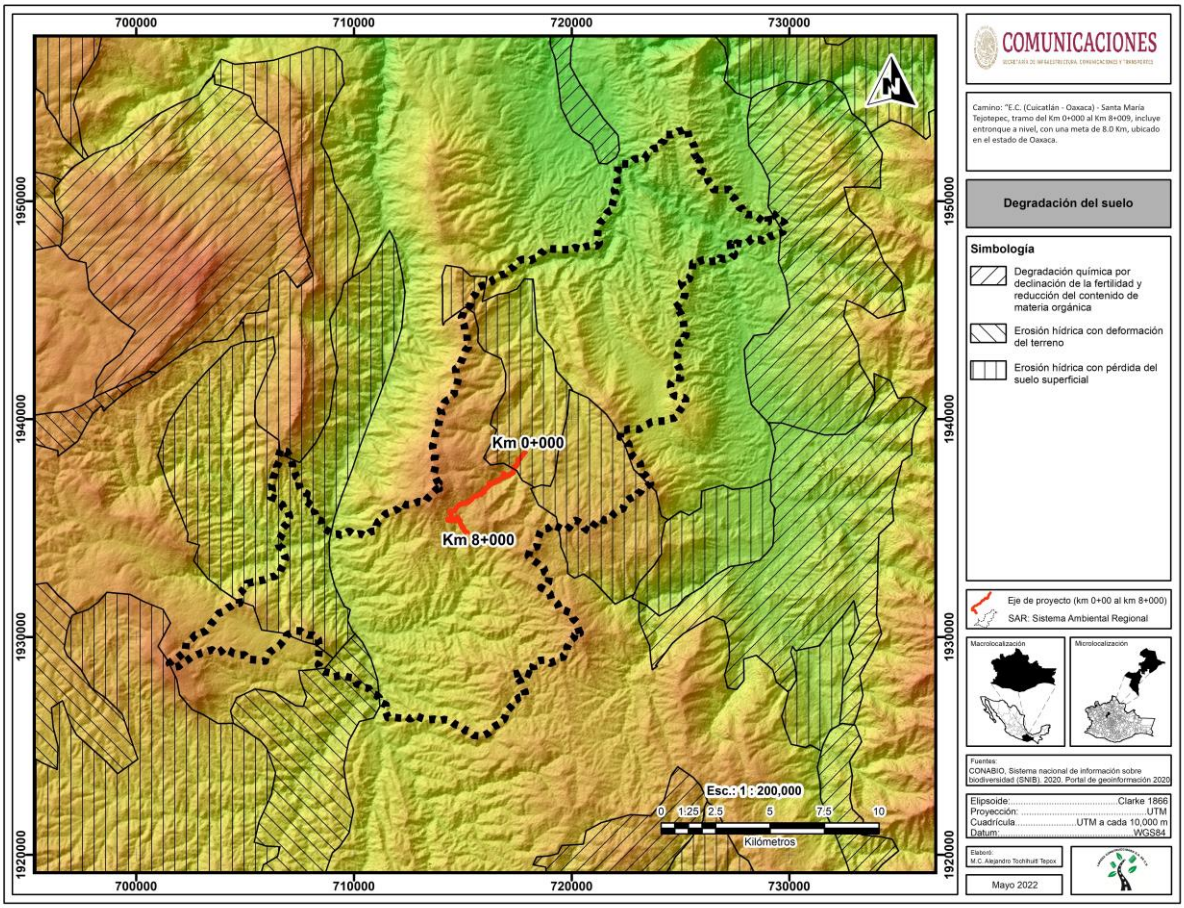


Figura 4.12. Mapa de degradación del suelo

IV.2.1.2 Medio biótico

El conjunto de seres vivos que habitan en una zona o región específica constituyen el medio biótico. Su presencia, diversidad, distribución espacial entre otras características, está determinado por la influencia mutua entre ellos y los componentes abióticos.

IV.2.1.2. A Vegetación

El Uso de suelo y Vegetación presente dentro del SAR de acuerdo con el Sistema de Información sobre la biodiversidad (SNIB) 2020, escala 1:150, 000, serie V, se muestra en la figura 4.13.

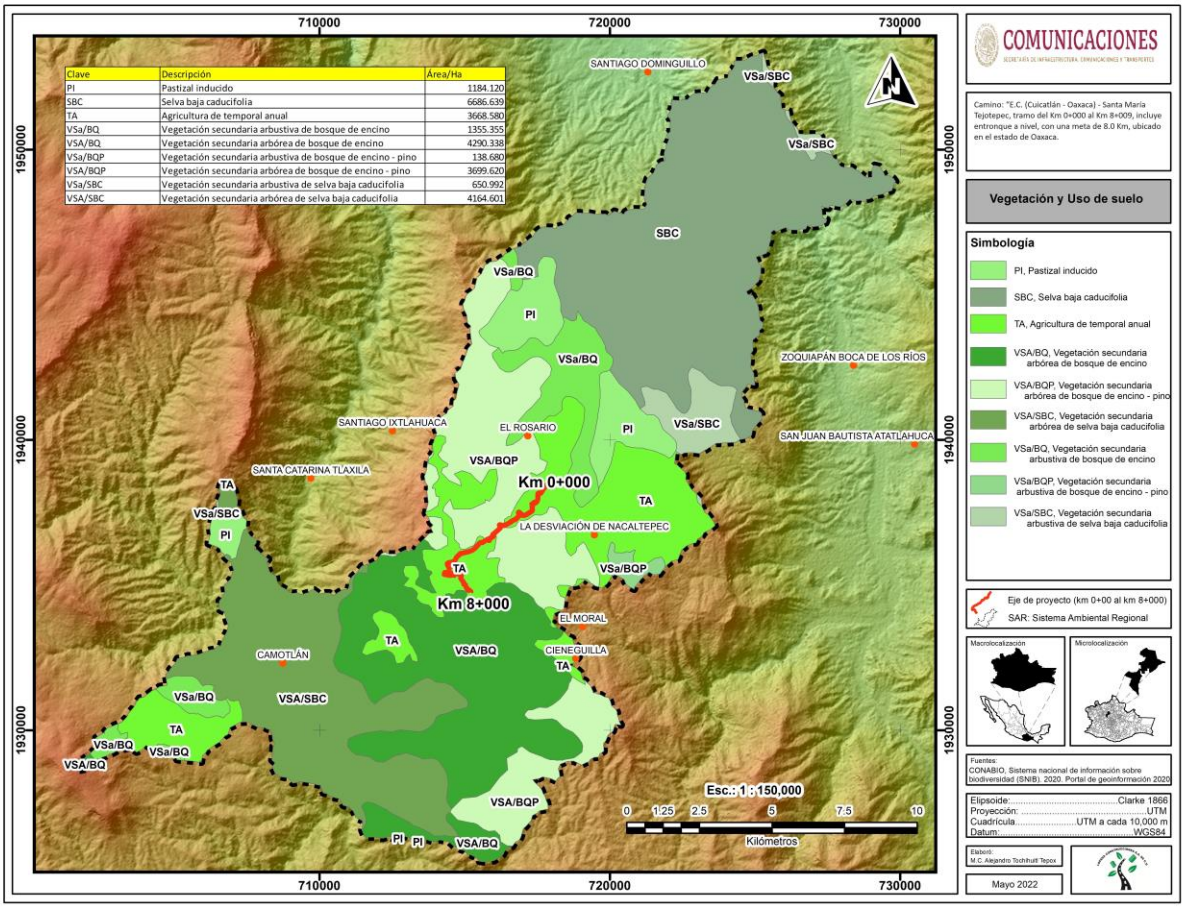


Figura 4.13. Tipos de Uso de Suelo y vegetación del SAR

En la tabla 4.6 se enlista los tipos de vegetación que conforman el SAR.

Tabla 4.6. Uso de Suelo y Vegetación del SAR.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie has	Porcentaje %
PI	Pastizal inducido	1184.120	4.58
SBC	Selva baja caducifolia	6686.639	25.88
TA	Agricultura de Temporal Anual	3668.580	14.20
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1355.355	5.25
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	4290.338	16.60
VSa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino- Pino	138.680	0.54
VSA/BQP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino- Pino	3699.620	14.32
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja caducifolia	650.992	2.52
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja caducifolia	4164.601	16.12

	Total	**25838.925**	**100.00**

Vegetación secundaria arbórea de bosques de encino (VSA/BQ). Los bosques de Quercus o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México. La mayoría son formaciones densas o al menos cerradas, aunque hay encinares con árboles separados con amplios espacios cubiertos por arbustos y herbáceas. Su altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m. La fisonomía de estos bosques está influida por el tamaño de las hojas de las especies que lo forman, usualmente son de menor tamaño y textura coriácea en áreas secas y de hojas grandes, relativamente delgadas y bellotas grandes en localidades muy húmedas. Varían de totalmente caducifolios a totalmente perennifolios y el tamaño de las hojas de las especies dominantes de nanófilas a megáfilas. Pueden formar masas puras, pero es más frecuentemente que la dominancia se reparta entre varias especies del mismo género. Este tipo de vegetación ocupa el 16.60 % de la superficie del SAR.



Fotografías 4.1. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino.

Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino - pino (VSA/BQP). El nombre que se le da depende principalmente de la dominancia de los dos elementos. Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales. Los bosques mixtos de Quercus y Pinus son muy frecuentes en el país. La vegetación secundaria de este tipo de vegetación se presenta en sitios donde ha habido la sustitución total o parcial de la comunidad de vegetación original (primaria), ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal (INEGI, 2004). Este tipo de vegetación ocupa el 14.32 % de la superficie del SAR.



Fotografía 4.2. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino- pino

Selva baja caducifolia (SBC). También conocidas como selva secas o bosque tropical deciduo. Las selvas secas pueden ser bajas (menos de 15 m). La selva baja caducifolia es una vegetación conformada por elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 8 m, aun cuando pueden encontrarse eminencias aisladas que se acercan a los 15 m. El estrato arbustivo es muy denso y el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías a la costa (Trejo, 1998). En ella, es posible encontrar formas de vida suculentas como las cactáceas columnares y candelabriformes, que son muy abundantes en algunos sitios, así como las cortezas brillantes y exfoliantes (Miranda, 1942; Rzedowski, 1978; Pennington y Sarukhán, 1998). Este tipo de vegetación ocupa el 25.88 % de la superficie del SAR.

Pastizal Inducido (PI). Este tipo de uso de suelo consiste en comunidades vegetales donde predominan las gramíneas o graminoides, como pastos y que, además aparece como consecuencia del desmonte de la vegetación original, como es el caso de áreas agrícolas abandonadas o zonas que se incendian con frecuencia. También corresponden a una fase de sucesión cuyo clímax es un bosque o un matorral. Las áreas ocupadas por este tipo de vegetación se utilizan principalmente como potreros para ganado. Este uso de suelo ocupa el 4.58 % de la superficie del SAR.



Fotografías 4.3. Pastizal cultivado

Agricultura de temporal anual. Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Se desarrolla en laderas, lomeríos altos y medianos, además de áreas próximas a las comunidades fuera de la zona. Se cultiva principalmente maíz, frijol. Este uso de suelo ocupa el 14.20 % de la superficie del SAR.



Fotografías 4.4. Agricultura temporal anual.

MUESTREO EN CAMPO Y OBTENCIÓN DE DATOS

Para el trabajo de campo en el sitio del proyecto "E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, Tramo del Km. 0+000 al Km. 8+009, con una meta de 8.0 km. ubicado en el estado de Oaxaca", se

realizaron transectos aleatorios en el SAR. Dadas las condiciones de campo se optó por la aplicación de transectos, es decir, un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos fue de 500 m^2 y está en función del grupo de plantas a medirse.

Forma y tamaño de las unidades de muestreo

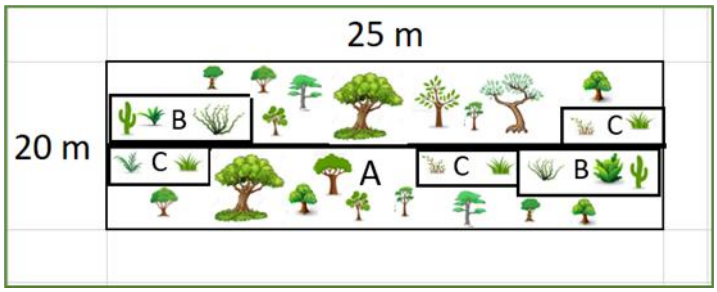


Figura 4.14. Forma y tamaño de las unidades de muestreo

En la figura 4.14, la línea gruesa y central indica la senda a partir de la cual se muestrea ambos lados del transecto A.

- El transecto A se utiliza para el muestreo del estrato arbóreo. El tamaño del transecto es de 20m x 25m = 500 m^2
- EL transecto B es para evaluar el estrato arbustivo. EL Tamaño del transecto es de 5m x 20m = 100 m^2
- El transecto C es para el estrato herbáceo y renuevos de árboles o arbustos con altura menor a 50 cm. El Tamaño del transecto es de 4m x 5m = 20 m^2

Delimitación del transecto

- Se tomaron las coordenadas de la ubicación de cada transecto con un GPS.
- Con pintura en aerosol se marcó el número de sitio del árbol más cercano para dirigir la unidad de muestreo de manera paralela.
- Se trazó el eje del transecto con una cinta métrica, permaneciendo tendido sobre estacas hasta terminar el levantamiento de datos.
- El ancho se definió con ayuda de un flexómetro dependiendo del avance en la toma de datos sobre la línea.



Fotografías 4.5. Delimitación del transecto

Distribución de los sitios de muestreo

A través de la interpretación de las imágenes satelitales del sitio del proyecto y SAR, se determinó la distribución de los sitios de muestreo (Figura 4.15).

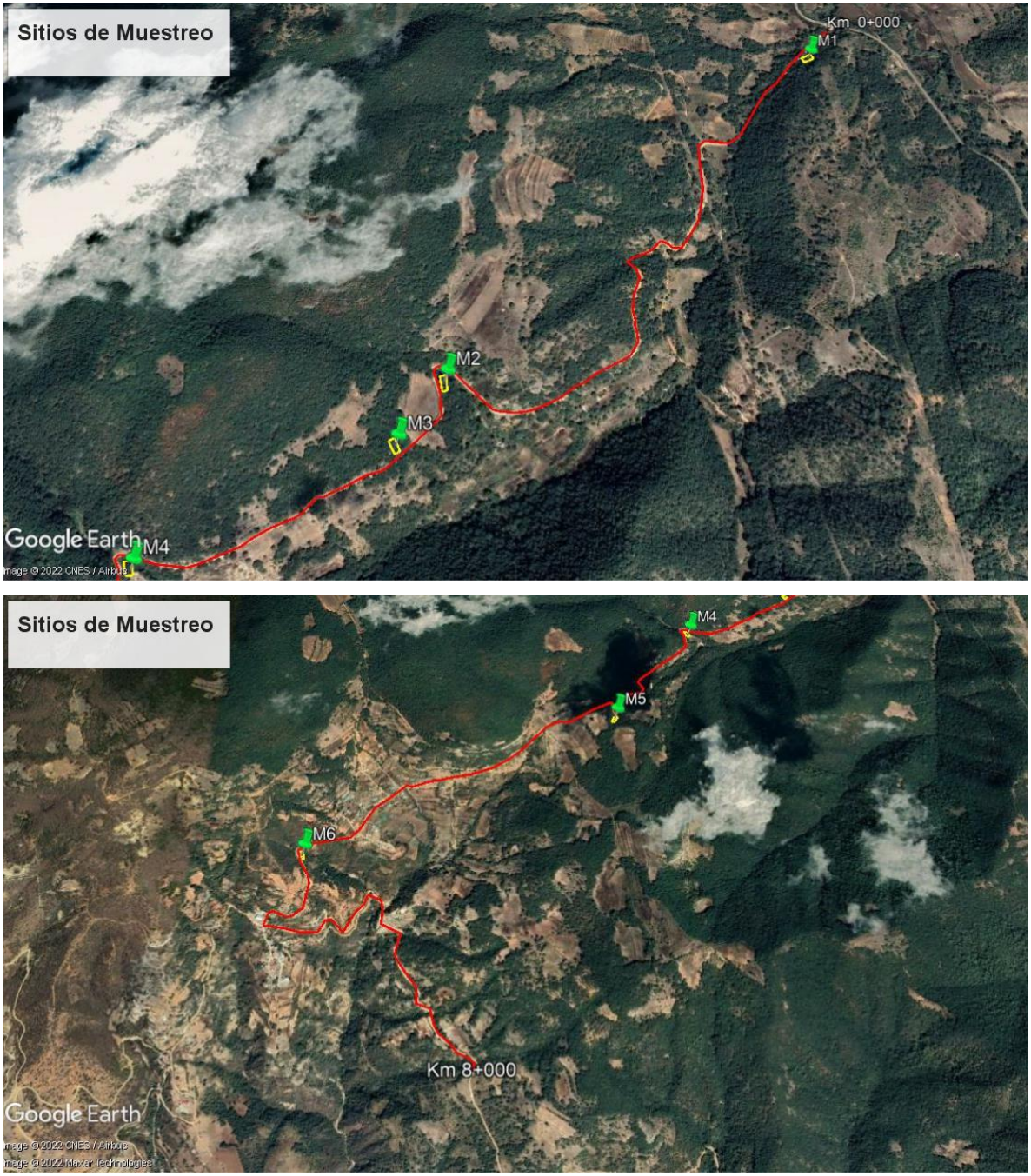


Figura 4.15. Imagen satelital de los sitios de Muestreo.

Tabla 4.7. Coordenadas de la poligonal de muestreo.

Sitio	Tipo de vegetación	Coordenadas UTM del punto medio de la poligonal de muestreo		Superficie en m²
		X	Y	
M1	Vegetación secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino (VSA/BQP)	717870.68	1938464.46	500
		717843.11	1938448.61	
M2		716871.64	1937485.96	500
		716877.98	1937451.61	
M3		716762.80	1937355.14	500
		716776.22	1937302.97	
M4		716225.04	1937062.26	500
		716235.96	1937033.09	
M5		715836.26	1935503.35	500
		715820.57	1936472.84	
M6		714410.19	1935729.67	500
		714419.83	1935696.35	
				3000 m²



Fotografías 4.6. Sitios de muestreo.

Transecto A para la evaluación del estrato arbóreo

Se incluyeron todos los ejemplares de especies con crecimiento arbóreo, considerando un diámetro del tronco a 1.3 m de altura con respecto al nivel del suelo. Para arboles de 20-30 cm de DAP, el registro se efectuó llevando una secuencia continua en el número de árboles. Se anotó el nombre común o científico, o bien el número de la especie muestreada. La toma de datos fue la siguiente:

- Se midió el diámetro (DAP) o la circunferencia con una cinta diamétrica a una altura de 1.3 m a partir de suelo, sí el árbol presentaba ramificaciones debajo de los 1.3 m de altura, se tomaron los datos dasométricos de cada una de las ramas.

- Se estimó la altura total del árbol con la ayuda de un clinómetro.



Fotografías 4.7. Toma del DAP del estrato arbóreo.

Transecto B para la evaluación del estrato arbustivo

En este transecto se incluyeron los individuos arbustivos y renuevos de especies arbóreas, mientras que para los arbustos se midió el diámetro de 1-30 cm DAP. La toma de datos fue la siguiente:

- Se midió el diámetro (DAP) o la circunferencia con la ayuda de una cinta diamétrica.
- Se midió la altura total de la especie con un clinómetro.



Fotografías 4.8. Toma de la altura del estrato arbustivo.

Transecto C para evaluar el estrato Herbáceo

En este estrato se incluyen las hierbas y renuevos de especies arbóreas o arbustivas que no rebasaran los 50 cm de altura. Se midió la cobertura que puede ser de 1 a 2 m.

Toma de datos

- Se midió la cobertura de la especie con la ayuda de una cinta métrica.
- Se calculó la altura total de la especie.
- Se anotó el nombre común o científico, número de individuos por especie y detalles morfológicos de hojas y flores que ayuden a su identificación.

Toma de datos para la identificación de especies

Foto colecta: Se tomaron imágenes fotográficas que registren detalles de las especies de flora (hojas, tallo, flor, fruto) así como de su entorno.

En caso de no ser posible la identificación por fotografías, se prosiguió a colectar una parte del ejemplar mediante la siguiente técnica.

Colecta botánica: se localizan plantas con hojas maduras, con flores y frutos. Cuando la planta se trata de una herbácea se colecta completa con todo y raíz, si se trata de un árbol o arbusto se corta una rama no mayor de 40 x 20 cm que incluya hojas, flor y fruto en caso de ser posible. La planta se coloca en una hoja de periódico doblada a la mitad (45 x 30), anotando el número de colecta correspondiente en la etiqueta del ejemplar, después se coloca entre dos cartones

de la misma dimensión, repitiendo este mecanismo para cada muestra, para poder proceder con el prensado.

Se registrarán los siguientes atributos por especie, de manera que sirvan como elementos al momento de la determinación taxonómica:

- Localidad
- Número o clave del sitio en que se registró
- Altitud: altura sobre el nivel del mar en donde se hizo el registro
- Fecha: día, mes y año (completo) en el formato DD/MM/ AAAA
- Especie: el nombre común o bien el número de la especie colectada.
- Hábito: porte o aspecto de la planta
- Notas descriptivas: características de los ejemplares colectados que se pierden durante su colecta y secado y que no son detectables en el ejemplar de herbario, por ejemplo: formas, colores, olores, sabores, presencia de exudados, descripción de la corteza.



Fotografías 4.9. Toma de datos de vegetación.

ANÁLISIS DE DATOS

Con los datos obtenidos del trabajo de campo, se obtuvieron los siguientes índices:

Índice de Margalef. Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida.

$$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$$

Índice de Simpson. Es un índice de dominancia, muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie. Tiene valores entre 0 y 1, cuanto más alto es, refleja menor diversidad de especies. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Índice de Shannon-Wiener. Es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 y 1. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi \ lnPi$$

Composición florística. La composición florística se determina mediante la cuantificación del índice valor de importancia (IVI) de las especies. Consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia e indica la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad (Curtis, 1959; Finol, 1971, 1976; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982). Los parámetros utilizados fueron los siguientes:

Índice de valor de importancia (IVI). De acuerdo con Franco et al. (1989), el valor de importancia de cada especie se obtiene sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia y nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

$$\text{I.V.I} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DOR}$$

Con este método se pueden conocer los siguientes parámetros de disposición espacial horizontal y de abundancia.

- Densidad. Número de individuos de una especie por unidad de área.

$$D = \frac{ni}{Total\ del\ área\ muestreada}$$

- Densidad relativa. Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$DR = \frac{Densidad\ de\ la\ especie}{Densidad\ total\ de\ todas\ las\ especies}\ 100$$

- Frecuencia. Número de muestras en las que se encuentra una especie

$$F = \left(\frac{No.\ de\ parcelas\ en\ las\ que\ está\ la\ especie}{\sum F}\right)$$

a) Frecuencia relativa. Es la frecuencia de una especie con referencia a la frecuencia total de todas las especies.

$$FR = \left(\frac{No.\,de\ parcelas\ en\ las\ que\ está\ la\ especie}{\sum F}\right)100$$

b) Dominancia. Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. La dominancia se obtuvo mediante el área basal, la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie medida en unidades de superficie. Esta medida se analizó con base en valores de área basal para árboles y arbustos y cobertura para herbáceas. El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, la cual generalmente es a 1.3 metros. Se expresa en metros cuadrados de material vegetal por unidad de superficie de terreno y se obtiene a partir del DAP mediante la siguiente fórmula: Área basal $AB = \left(\frac{\pi}{4} DAP2\right)$ en caso de obtener la circunferencia del árbol con cinta métrica se deberá calcular el diámetro con la siguiente formula $DAP = \left(\frac{C}{\pi}\right)$. Para el caso de cobertura, esta se definió mediante la formula $C = \left((= \pi\,(\frac{1}{4})(d1 + d2\right)2$, donde d1 y d2 son los dos valores de los diámetros de la cobertura tomados en campo.

$$DO = \left(\frac{Bni}{ABN}\right)$$

RESULTADOS

Con los datos obtenidos en campo se procedió al análisis de los índices de diversidad y abundancia por estrato de los tipos de vegetación presentes en el SAR. El índice de valor de importancia de las especies muestreadas se obtuvo con el listado de las especies florísticas con distribución potencial. El listado de poblaciones en riesgo de flora que se presentan en las siguientes tablas sirven como apoyo para describir el medio biótico del SAR (Tabla 4.8).

Tabla 4.8. Listado florístico del Sistema Ambiental Regional.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Estatus Nom-059-Semarnat-2010
1	Pinaceae	*Pinus Oocarpa*	Pinos ocote	SS
2	Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	SS
3	Pinaceae	*Pinus patula*	Ocote colorado	SS
4	Fabaceae	*Mimosa albida*	Dormilona grande	SS
5	Asteraceae	*Dalia coccinea*	Dalia roja	SS
6	Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	SS
7	Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino laurelillo	SS
8	Rosaceae	*Melacomeles denticulata*	Tlaxistle	SS
9	Burseraceae	*Bursera glabrifolia*	Copal	SS
10	Annonaceae	*Annona squamosa*	Capulín	SS
11	Burseraceae	*Bursera bipinnata*	Copal santo	SS
12	Rosaceae	*Cercocarpus macrophyllus**	Limoncillo	SS
13	Poaceae	*Zea mays*	Maíz	SS
14	Rosaceae	*Penstemon roseus*	Campanita rosa	SS
15	Asteracae	*Tagete lucida*	Pericón	SS
16	Agavaceae	*Agave potatorum*	Maguey tóbala	SS
17	Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	SS

18	Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino chicharrón	SS
19	Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	SS
20	Asteraceae	*Zinnia peruviana*	Gallito de monte	SS
21	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	SS
22	Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	SS
23	Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	SS
24	Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	Enebro	SS
25	Ericaceae	*Comarostaphylis polifolia**	Madroño negro	SS
26	Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	SS
27	Fabaceae	*Calliandra houstoniana*	Cabellos de ángel	SS
28	Arecaceae	*Brahea dulcis*	Palma abanico	Pr
29	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	SS
30	Hydrophyllaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle	SS
31	Fabaceae	*Erythrina americana*	Colorín	A
32	Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	SS
33	Scrophulariaceae	*Castilleja tenuiflora*	Garañona	SS
34	Lamiaceae	*Salvia semiatrata*	Salvia	SS
35	Apocynaceae	*Calotropis procera*	Algodoncillo gigante	SS
36	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	SS
37	Asteraceae	*Pinaropappus roseus*	Chipule	SS
38	Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Paixtle	SS
39	Bromeliaceae	*Catopsis compacta**	Bromelia	SS
40	Lentiburiaceae	*Pinguicula moranensis*	Violeta de barranca	SS
41	Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Aguacatillo	SS
42	Agavaceae	*Agave nauuviorum*	Maguey papalometl	SS
43	Bromeliaceae	*Tillandsia calothyrsus**	Magueyito	SS
44	Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei**	Bromelia	SS
45	Moraceae	*Ficus carica*	Higo	SS
46	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote blanco	SS
47	Fabaceae	*Phaseolus coccineus*	Ayocote	SS
48	Lauraceae	*Persea schiedeana*	Aguacate de monte	SS
49	Rosaceae	*Eriobotrya japonica*	Níspero	SS
50	Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	Lechuguilla común	SS
51	Fabaceae	*Acaciella angustissima*	Guajillo	SS
52	Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	SS
53	Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Huizache	SS
54	Bignonaceae	*Tecoma stans*	Campanita amarilla	SS
55	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tajonal	SS
56	Solanaceae	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	SS
57	Rhamnaceae	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	SS
58	Agavaceae	*Manfreda pringlei**	Amole	SS
59	Fagaceae	*Quercus xalapensis*	Capulincillo	SS
60	Lamiaceae	*Salvia polystachya*	Romerillo	SS
61	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozán blanco	SS
62	Salicaceae	*Xyliosma flexuosa*	Granadillo	SS
63	Fabaceae	*Harpalyce formosa*	Duraznillo	SS
64	Verbenaceae	*Stachytarpheta acuminata*	Verbena	SS
65	Lythraceae	*Punica granatum*	Granadillo	SS
66	Scrophulariaceae	*Russelia obtusata**	Campanitas	SS
67	Verbenaceae	*Lantana achyranthifolia*	Hierba mariposa	SS
68	Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	Bola del rey	SS
69	Orobanchaceae	*Conopholis alpina*	elotito	SS
70	Cactaceae	*Mammillaria haageana*	Biznaguita	SS
71	Santalaceae	*Phoradendron brachystachyum*	Tepalcayo	SS
72	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina australiana	SS

73	Onagraceae	*Oenothera suffrutescens*	Onagra de olor	SS
74	Burseraceae	*Bursera submoniliformis*	Copal	SS
75	Lythraceae	*Cuphea angustifolia**	Flor violenta	SS
76	Anacardiaceae	*Rhus standleyi**	Vara negra	SS
77	Crasuliaceae	*Echeveria nodulosa*	Oreja de conejo	SS
78	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Zacate bermuda	SS
79	Poaceae	*Bouteloua dactyloides*	Zacate búfalo	SS
80	Convolvulaceae	*Ipomoea pupurea*	Campanilla morada	SS
81	Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*	Asomiate	SS
82	Cactaceae	*Stenocereus pruinosus**	Pitayo	SS
83	Asteraceae	*Erigeron longipes*	Chalchuan	SS
84	Verbenaceae	*Lippia nodiflora*	Bella alfombra	SS
85	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual blanco	SS
86	Cucurbitaceae	*Cucurbita pepo*	Calabaza	SS
87	Fabaceae	*Phaseolus vulgaris*	Frijol	SS
88	Fabaceae	*Dalea bicolor*	Engordacabra	SS
89	Fabaceae	*Desmodium orbiculare*	Hierba de la víbora	SS
90	Orchidaceae	*Prosthechea concolor**	Avispita	SS
91	Orchidaceae	*Prosthechea citrina**	Azucena amarilla	Pr
92	Fabaceae	*Canavalia villosa*	Frijolillo	SS
93	Cactaceae	*Opuntia tormentoso*	Nopal chamacuelo	SS
94	Anacardiaceae	*Pistacia mexicana*	Lantrisco	SS
95	Agavaceae	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	SS
96	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sabino	SS
97	Asteraceae	*Acourtia reticulata*	Peonía	SS
98	Asteraceae	*Heterotheca inuloides*	Árnica mexicana	SS
99	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	Eucalipto azul	SS
100	Asparagaceae	*Yucca gigantea*	Izote gigante	SS
101	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	SS
102	Musaceae	*Musa paradisiaca*	Plátano	SS
103	Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	Mal de Ojo	SS
104	Asparagaceae	*Dasylirion serratifolium*	Tehuizote	SS

Nom-059-Semarnat-2010 (E) Probablemente extinta de medio silvestre (P) en peligro de extinción (A) Amenazadas, (Pr) Sujeta a Protección especial, (SS) Sin estatus.

Fotografías de especies encontradas en el SAR



Malacomeles denticulada



Penstemon roseus



Catopsis compacta



Pinguicula moranensis



Agave potatorum



Pinaropappus roseus



Tillandsia usneoides



Quercus crassifolia



Pinus oocarpa

Índices de diversidad biológica

Estrato Arbóreo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.9 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el SAR. Del estrato arbóreo se obtuvo una riqueza específica de 18 especies y una abundancia de 845 individuos. De la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 2.52. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el SAR son: *Quercus magnoliifolia* (encino amarillo), *Quercus acutifolia* (aguatle), *Juniperus flaccida* (enebro), *Cercocarpus macrophyllus (l*imoncillo) y *Comarostaphylis polifolia* (madroño negro). De las especies reportadas anteriormente del estrato arbóreo, la especie Erythrina *americana* (colorín) en la categoría de riesgo como Amenazada (A) en la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4.9. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato arbóreo

ÍNDICES DE DIVERSIDAD										
ESTRATO ARBÓREO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Quercus magnoliifolia*	179	**845**	0.2118	0.0449	0.3288	**18**	**6.74**	**2.52**	21.1834
2	*Quercus acutifolia*	98		0.1160	0.0135	0.2499				11.5976
3	*Arbutus xalapensis*	54		0.0639	0.0041	0.1758				6.3905

4	*Juniperus flaccida*	89		0.1053	0.0111	0.2371				10.5325
5	*Cercocarpus macrophyllus*	79		0.0935	0.0087	0.2216				9.3491
6	*Comarostaphylis polifolia*	59		0.0698	0.0049	0.1859				6.9822
7	*Garrya laurifolia*	38		0.0450	0.0020	0.1395				4.4970
8	*Quercus laurina*	24		0.0284	0.0008	0.1011				2.8402
9	*Pinus Oocarpa*	29		0.0343	0.0012	0.1157				3.4320
10	*Quercus crassifolia*	27		0.0320	0.0010	0.1100				3.1953
11	*Erythrina americana*	9		0.0107	0.0001	0.0484				1.0651
12	*Eysenhardtia polystachya*	49		0.0580	0.0034	0.1651				5.7988
13	*Bursera bipinnata*	18		0.0213	0.0005	0.0820				2.1302
14	*Quercus xalapensis*	42		0.0497	0.0025	0.1492				4.9704
15	*Bursera submoniliformis*	12		0.0142	0.0002	0.0604				1.4201
16	*Pistacia mexicana*	11		0.0130	0.0002	0.0565				1.3018
17	*Persea schiedeana*	19		0.0225	0.0005	0.0853				2.2485
18	*Eriobotrya japonica*	9		0.0107	0.0001	0.0484				1.0651
		845		**1**	**0.100**	**2.561**				**100.00**

Estrato Arbustivo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.10 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el SAR. Del estrato arbustivo se obtuvo una riqueza específica de 19 especies y una abundancia de 586 individuos. De la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 2.82. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el SAR son: *Solanum lanceolatum* (tomatillo), *Brahea dulcis* (palma abanico), *Dodonaea viscosa* (chapulixtle), y *Calliandra houstoniana* (cabellos de ángel). De las especies reportadas anteriormente del estrato arbustivo, *Brahea dulcis* (Palma abanico), está en la categoría de riesgo sujeta a protección especial (Pr).

Tabla 4.10. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato arbustivo

ÍNDICES DE DIVERSIDAD										
ESTRATO ARBUSTIVO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnP_i$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Brahea dulcis*	89	**586**	0.1519	0.0231	0.2862	**19**	**6.37**	**2.82**	15.1877
2	*Acacia pennatula*	41		0.0700	0.0049	0.1861				6.9966
3	*Mimosa albida*	16		0.0273	0.0007	0.0983				2.7304
4	*Calliandra houstoniana*	42		0.0717	0.0051	0.1889				7.1672
5	*Dodonaea viscosa*	72		0.1229	0.0151	0.2576				12.2867
6	*Lantana camara*	20		0.0341	0.0012	0.1153				3.4130
7	*Wigandia urens*	41		0.0700	0.0049	0.1861				6.9966
8	*Malacomeles denticulada*	5		0.0085	0.0001	0.0406				0.8532
9	*Agave potatorum*	14		0.0239	0.0006	0.0892				2.3891

10	*Leucaena escuelenta*	16		0.0273	0.0007	0.0983				2.7304
11	*Acaciella angustissima*	38		0.0648	0.0042	0.1774				6.4846
12	*Ceanothus caeruleus*	18		0.0307	0.0009	0.1070				3.0717
13	*Solanum lanceolatum*	112		0.1911	0.0365	0.3163				19.1126
14	*Tecoma stans*	11		0.0188	0.0004	0.0746				1.8771
15	*Acacia farnesiana*	12		0.0205	0.0004	0.0796				2.0478
16	*Rhus standleyi*	8		0.0137	0.0002	0.0586				1.3652
17	*Baccharis conferta*	9		0.0154	0.0002	0.0641				1.5358
18	*Agave salmiana*	11		0.0188	0.0004	0.0746				1.8771
19	*Dasylirion serratifolium*	11		0.0188	0.0004	0.0746				1.8771
		586		**1**	**0.100**	**2.574**				**100.00**

Estrato Herbáceo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.11 se presentan los índices de diversidad de las especies reportadas en el SAR. Del estrato herbáceo se obtuvo una riqueza específica de 20 especies y una abundancia de 609 individuos. De la aplicación de la fórmula de Margalef se obtuvo un resultado de 2.97. Las especies con los valores más altos de abundancia relativa en el SAR son: *Oenothera suffrutescens* (onagra de olor), *Gymnosperma glutinosum (*tatalencho*) Tagete lucida* (pericón) *Castilleja tenuiflora* (garañona), *Pinaropappus roseus* (chipule),) De las especies reportadas anteriormente del estrato herbáceo, no se reportaron especies en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010

Tabla 4.11. Índice de diversidad y abundancia relativa estrato herbáceo.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD										
ESTRATO HERBÁCEO										
No.	**Especie**	**ni**	**N**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	**S**	**lnN**	$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$	**Abundancia relativa**
1	*Acourtia reticulata*	26	**597**	0.0436	0.0019	0.1365	**20**	**6.39**	**2.97**	4.3551
2	*Oenothera suffrutescens*	118		0.1977	0.0391	0.3204				19.7655
3	*Pinaropappus roseus*	39		0.0653	0.0043	0.1782				6.5327
4	*Castilleja tenuiflora*	49		0.0821	0.0067	0.2052				8.2077
5	*Calotropis procera*	29		0.0486	0.0024	0.1469				4.8576
6	*Gymnosperma glutinosum*	89		0.1491	0.0222	0.2837				14.9079
7	*Bouvardia ternifolia*	38		0.0637	0.0041	0.1753				6.3652
8	*Tagete lucida*	73		0.1223	0.0150	0.2570				12.2278
9	*Salvia semiatrata*	12		0.0201	0.0004	0.0785				2.0101
10	*Manfreda pringlei*	14		0.0235	0.0005	0.0880				2.3451
11	*Salvia polystachya*	13		0.0218	0.0005	0.0833				2.1776
12	*Sonchus olacereus*	21		0.0352	0.0012	0.1177				3.5176
13	*Barkleyanthus salicifolius*	14		0.0235	0.0005	0.0880				2.3451
14	*Russelia obtusata*	5		0.0084	0.0001	0.0401				0.8375

15	*Lantana achyranthifolia*	6		0.0101	0.0001	0.0462				1.0050
16	*Lippia nodiflora*	8		0.0134	0.0002	0.0578				1.3400
17	*Cuphea angustifolia*	16		0.0268	0.0007	0.0970				2.6801
18	*Porophyllum punctatum*	11		0.0184	0.0003	0.0736				1.8425
19	*Herotheca anuloides*	8		0.0134	0.0002	0.0578				1.3400
20	*Desmodium orbiculare*	8		0.0134	0.0002	0.0578				1.3400
		597		**1**	**0.101**	**2.589**				**100.00**

Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I)

Estrato Arbóreo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.12 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el SAR, de las cuales *Quercus magnoliifolia* (encino amarillo), *Quercus acutifolia* (aguatle), *Juniperus flaccida* (enebro), *Cercocarpus macrophyllus* (limoncillo) y *Comarostaphylis polifolia* (madroño negro) presentan los valores más altos. De las especies reportadas, Erythrina *americana* (colorín) está en la categoría de riesgo de Amenazada (A) de la Nom-059-Semarnat-2010.

Tabla 4. 12 Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Arbóreo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	IVI
1	*Quercus magnoliifolia*	179	21.183	8.621	4045.934	67.094	96.898
2	*Quercus acutifolia*	98	11.598	8.621	742.770	12.317	32.536
3	*Arbutus xalapensis*	54	6.391	6.897	79.196	1.313	14.600
4	*Juniperus flaccida*	89	10.533	8.621	319.539	5.299	24.452
5	*Cercocarpus macrophyllus*	79	9.349	6.897	148.974	2.470	18.716
6	*Comarostaphylis polifolia*	59	6.982	8.621	162.861	2.701	18.304
7	*Garrya laurifolia*	38	4.497	5.172	49.635	0.823	10.493
8	*Quercus laurina*	24	2.840	3.448	53.179	0.882	7.170
9	*Pinus Oocarpa*	29	3.432	3.448	53.555	0.888	7.768
10	*Quercus crassifolia*	27	3.195	3.448	52.282	0.867	7.511
11	*Erythrina americana*	9	1.065	1.724	6.265	0.104	2.893
12	*Eysenhardtia polystachya*	49	5.799	6.897	112.332	1.863	14.558
13	*Bursera bipinnata*	18	2.130	5.172	11.137	0.185	7.487
14	*Quercus xalapensis*	42	4.970	6.897	146.720	2.433	14.300
15	*Bursera submoniliformis*	12	1.420	3.448	9.170	0.152	5.020
16	*Pistacia mexicana*	11	1.302	3.448	9.358	0.155	4.905
17	*Persea schiedeana*	19	2.249	3.448	22.989	0.381	6.078
18	*Eriobotrya japonica*	9	1.065	5.172	4.350	0.072	6.310
		845	**100.00**	**100.00**	**6030.25**	**100.00**	**300.00**

Estrato Arbustivo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.13 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el SAR, done *Solanum lanceolatum* (tomatillo), *Brahea dulcis* (palma abanico), *Dodonaea viscosa* (chapulixtle), *Calliandra houstoniana* (cabellos de ángel) y *Wigandia urens* (chichicastle) presentan los valores más altos. *Brahea dulcis* (palma abanico) se encuentra en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010) en la categoría de riesgo sujeta a protección especial (Pr).

Tabla 4.13. Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Arbustivo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Brahea dulcis*	89	15.188	5.085	19.160	39.432
2	*Acacia pennatula*	41	6.997	6.780	3.574	17.350
3	*Mimosa albida*	16	2.730	5.085	0.741	8.556
4	*Calliandra houstoniana*	42	7.167	10.169	5.400	22.737
5	*Dodonaea viscosa*	72	12.287	5.085	4.898	22.270
6	*Lantana camara*	20	3.413	5.085	0.968	9.465
7	*Wigandia urens*	41	6.997	5.085	6.040	18.121
8	*Malacomeles denticulada*	5	0.853	5.085	0.046	5.984
9	*Agave potatorum*	14	2.389	6.780	0.980	10.148
10	*Leucaena escuelenta*	16	2.730	3.390	0.873	6.993
11	*Acaciella angustissima*	38	6.485	5.085	5.188	16.758
12	*Ceanothus caeruleus*	18	3.072	6.780	0.600	10.451
13	*Solanum lanceolatum*	112	19.113	5.085	49.810	74.008
14	*Tecoma stans*	11	1.877	3.390	0.370	5.637
15	*Acacia farnesiana*	12	2.048	3.390	0.600	6.038
16	*Rhus standleyi*	8	1.365	3.390	0.155	4.910
17	*Baccharis conferta*	9	1.536	5.085	0.221	6.842
18	*Agave salmiana*	11	1.877	6.780	0.005	8.662
19	*Dasylirion serratifolium*	11	1.877	3.390	0.370	5.637
		586	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

Estrato Herbáceo

Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

En la tabla 4.14 se muestra el índice de valor de importancia ecológica de cada una de las especies reportadas en el SAR, de las cuales *Oenothera suffrutescens* (onagra de olor), *Gymnosperma glutinosum* (tatalencho), *Tagete lucida* (pericón), *Pinaropappus roseus* (chipule) y *Calotropis procera* (algodón gigante) presentan los valores más altos. De las especies reportadas no se encontraron especies en estatus de riesgo de la Nom-059-Semarnat-2010).

Tabla 4.14. Índice de Valor de Importancia Ecológico (I.V.I) del Estrato Herbáceo de la Vegetación Secundaria arbórea bosque de encino- Pino VSA/BQP

No.	Especie	ni	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	*Acourtia reticulata*	26	4.355	4.615	4.593	13.564
2	*Oenothera suffrutescens*	118	19.765	6.154	18.893	44.812
3	*Pinaropappus roseus*	39	6.533	4.615	6.029	17.177
4	*Castilleja tenuiflora*	49	8.208	6.154	9.198	23.559
5	*Calotropis procera*	29	4.858	3.077	4.963	12.898
6	*Gymnosperma glutinosum*	89	14.908	7.692	15.232	37.832
7	*Bouvardia ternifolia*	38	6.365	4.615	5.874	16.855
8	*Tagete lucida*	73	12.228	6.154	14.307	32.689
9	*Salvia semiatrata*	12	2.010	4.615	1.590	8.215
10	*Manfreda pringlei*	14	2.345	4.615	1.546	8.506
11	*Salvia polystachya*	13	2.178	6.154	2.081	10.413
12	*Sonchus olacereus*	21	3.518	4.615	3.594	11.727
13	*Barkleyanthus salicifolius*	14	2.345	4.615	2.473	9.434
14	*Russelia obtusata*	5	0.838	6.154	0.759	7.750
15	*Lantana achyranthifolia*	6	1.005	6.154	0.944	8.103
16	*Lippia nodiflora*	8	1.340	4.615	1.237	7.192
17	*Cuphea angustifolia*	16	2.680	4.615	2.473	9.769
18	*Porophyllum punctatum*	11	1.843	4.615	1.518	7.976
19	*Herotheca anuloides*	8	1.340	3.077	1.458	5.874
20	*Desmodium orbiculare*	8	1.340	3.077	1.237	5.654
		597	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

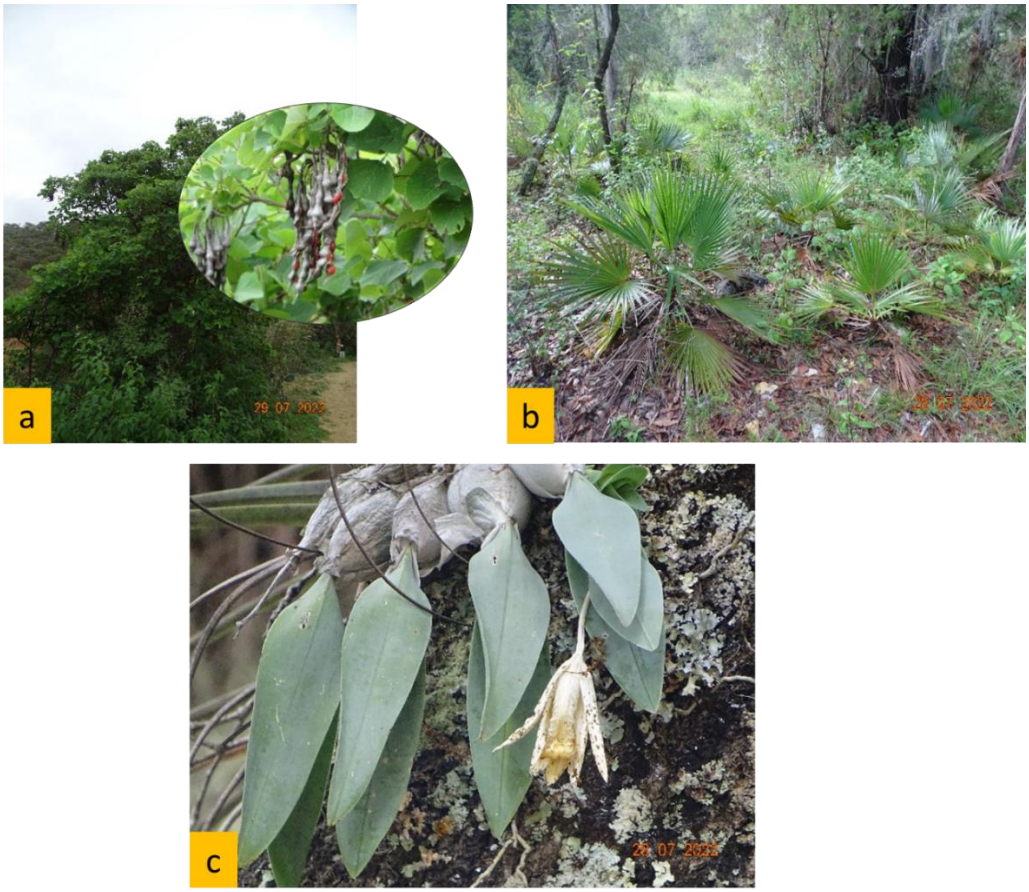
Población en riesgo

Las especies en riesgo son todas aquellas que han disminuido a través del tiempo, muchas en un lapso relativamente corto, ya sea por actividades antrópicas, transformación de su hábitat, sobrexplotación, interacciones con especies invasoras, o por los efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas.

Las poblaciones de flora y fauna silvestre de México que se consideran en estatus de riesgo se enlistan en la Norma Oficial Mexicana 059. Esta norma es un instrumento jurídico-administrativo que tiene por objetivo identificar las especies de flora y fauna silvestres en riesgo de extinción a nivel nacional, mediante la integración de listas, además establece los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción (PROFEPA, 2018). Aquellas especies que se cataloguen dentro de esta norma son consideradas vulnerables, y por consecuencia es importante su conservación. Actualmente el grupo taxonómico con el mayor número de especies en riesgo es el de las plantas (987 especies enlistadas) (PROFEPA, 2018).

Mediante los datos recabados en campo se pudo determinar que especies que se enlista en la Nom-059-Semarnat- 2010. *Erythrina americana* (colorín) está catalogada como Amenazada (A), *Brahea dulcis*

(palma abanico) se encuentra en la categoría de riesgo sujeta a protección especial (Pr) y la orquídea *Prosthechea citrina* (azucena amarilla) se encuentra sujeta a protección especial (Pr).



Fotografías 4.10. a) Erythrina americana. B) Brahea dulcis y c) Prosthechea citrina catalogadas en estatus de riesgo de la Nom-059-semarnat 2010.

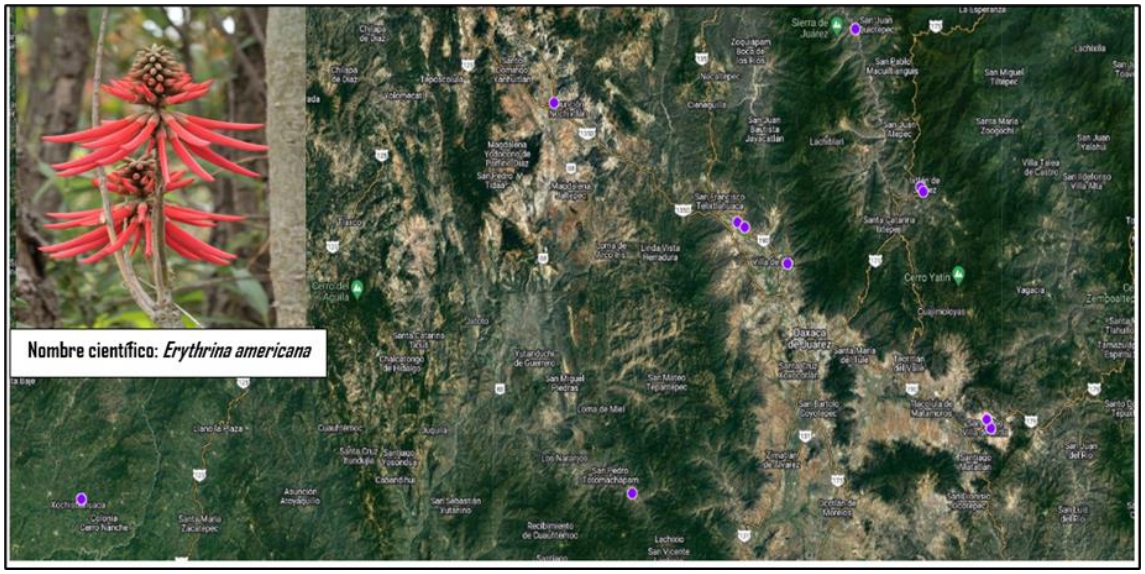


Figura 4.16. Mapa de distribución de Erythrina americana cataloga como amenazada en la Nom-059- Semarnat-2010

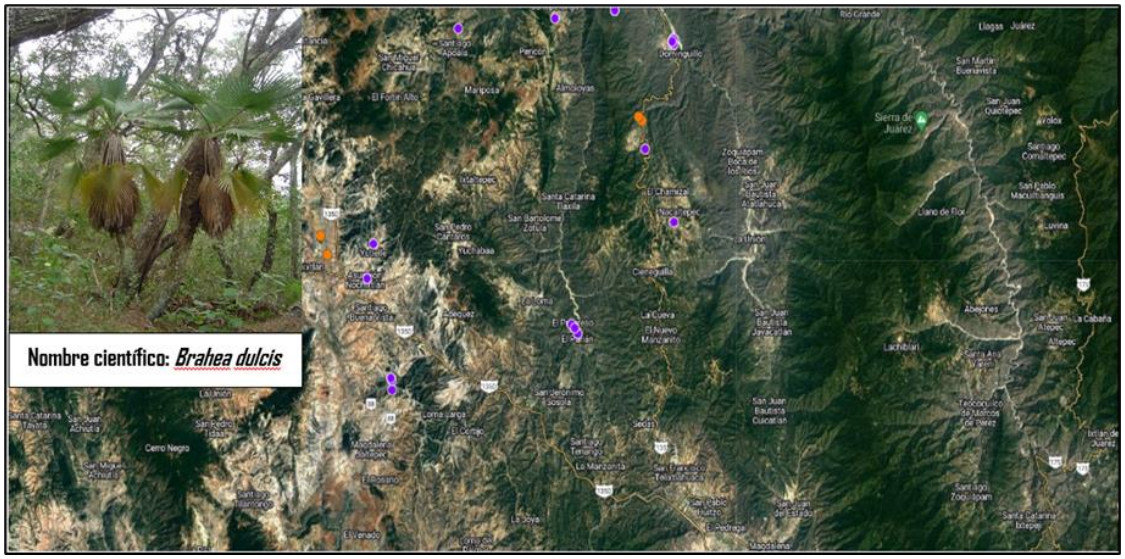


Figura 4.17. Mapa de distribución de la *Brahea dulcis*, catalogada como sujeta a protección especial en la Nom-059-Semarnat-2010

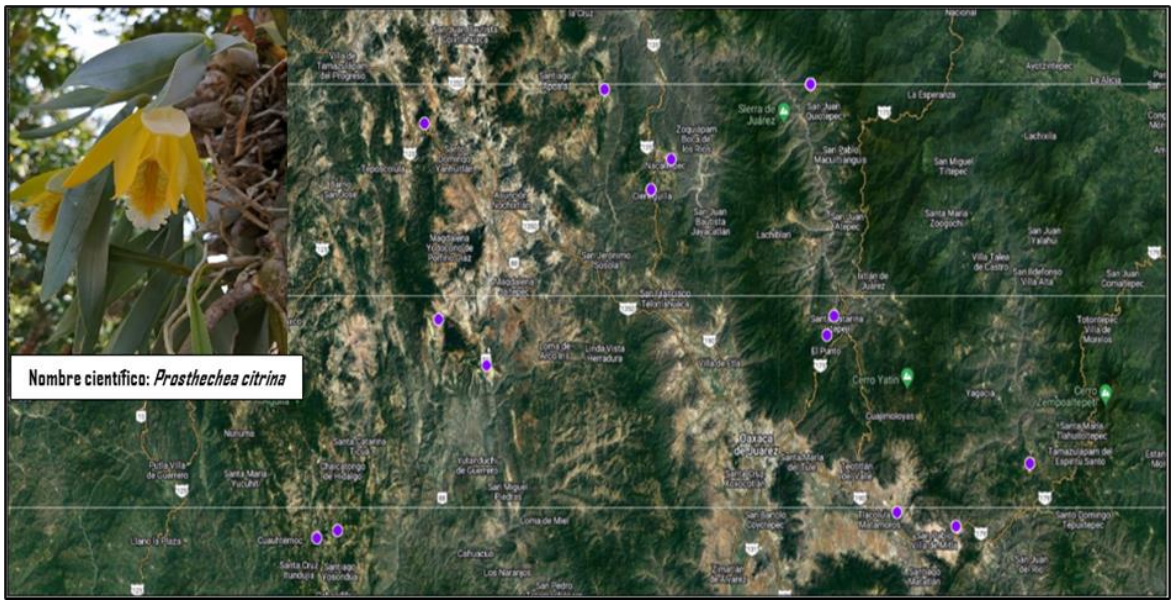


Figura 4.18. Mapa de distribución de Prosthechea citrina, cataloga dacomo sujeta a protección especial en la Nom-059-Semarnat-2010

SECTOR INTERVENIDO (SI)

El sector intervenido se refiere al área de afectación, es decir la superficie que se requiere para los trabajos de construcción. Para la modernización del camino se requiere una superficie 56,072.70 m^2.

Muestreo en campo

El trabajo se realizó a través de visitas de campo, donde se recorrió el sitio de intervención, verificando la vegetación y especies presentes en el sitio, los árboles a remover fueron marcados y se tomó el diámetro a la altura del pecho (DAP).



Fotografías 4.11. Marcación de la línea de ceros



Fotografías 4.12. Medición del DAP y marcación de los árboles a remover

Actualmente el camino Santa María Tejotepec- San Jerónimo Sosola se encuentra dentro de un ecosistema semi conservado por la presencia de áreas de vegetación arbustiva de bosque de encino. El área de afectación, es decir, la superficie que se requiere para los trabajos de construcción del camino es de 56,072.70 m^2 de la cual se especifica en el capítulo 2.

Usos de suelo y vegetación que conforman el proyecto.

Agricultura de temporal. Se desarrolla en cerca al trazo del proyecto, en áreas cercanas a la comunidad de Ciénegas y Santa María Tejotepec, particularmente el cultivo de maíz es el más sembrado y cosechado en la zona.



Fotografías 4.13. Cultivo de Maíz.

Camino existente. El actual camino es de terracería y cuenta con un eje de rodamiento en promedio de 5 metros de ancho. La superficie que ocupada en total es de 41,087.484 m^2, el cual será aprovechado para efectos del proyecto.

El Entronque a nivel. Se proyecta dentro de los siguientes cadenamientos km 165+900 al km 166+400, abarca una superficie de 7,236.90 m^2, dado que es sobre la carretera existen de Santiago Nacaltepec a Cuicatlán la vegetación presente es ruderal y arvense en su mayoría herbáceas y arbustivas entre las que destacan *Wigandia urens, Salvia polystachya, Lantana cámara y Solanum lanceolatum*.



Fotografías 4.14. A y B Camino existente; C y D Ubicación del entronque a nivel

Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino- Pino (VSA/BQP). Los bosques de Quercus o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México. De hecho, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo. En el sitio del proyecto se observaron asociaciones de árboles de las especies *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus magnoliifolia* (encino amarillo), *Juniperus fláccida* (enebro) y *Cercocarpus macrophyllus* (limoncillo).




Fotografías 4.15. Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino- pino VSA/BQP

Vegetación ruderal y arvense. Este tipo de vegetación hace referencia a todas aquellas plantas que aparecen en hábitats alterados por la acción humana, se trata de especies que aprovechan las variaciones del medio para su colonización en el sitio alterado.



Fotografías 4.16. Vegetación ruderal y arvense.

El uso de suelo y vegetación y la superficie requerida para el proyecto se desglosa en la tabla 4.15.

Tabla 4.15. Uso de suelo y vegetación del sitio del proyecto

Uso de suelo y vegetación				Superficie de afectación m²
Cadenamiento	**Lado derecho**	**Cadenamiento**	**Lado Izquierdo**	
Km 0+000-Km 0+300	Vegetación ruderal y arvense	Km 0+000-Km 0+170	Vegetación ruderal y arvense	**56,072.70 m²**
Km 0+300-Km 0+350	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 0+170-Km 0+290	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 0+350-Km 0+380	Vegetación ruderal arvense	Km 0+290-Km 0+330	Vegetación ruderal y arvense	
Km 0+380-Km 0+450	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 0+330-Km 0+530	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 0+450-Km 0+470	Pastizal inducido	Km 0+550-Km 0+620	Pastizal inducido	
Km 0+470-Km 0+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 0+620-Km 1+030	Vegetación ruderal arvense.	
Km 0+510-Km 0+620	Pastizal inducido	Km 1+030-Km 1+080	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 0+620-Km 0+900	Vegetación ruderal y arvense			
Km 0+900-Km 0+940	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 1+080- Km 1+170	Vegetación ruderal y arvense	
Km 0+940-Km 1+080	Vegetación ruderal y arvense	Km 1+170- Km 1+270	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 1+080-Km 1+130	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 1+270- Km 1+500	Cercos vivos	
Km 1+130- Km 1+430	Vegetación ruderal y arvense	Km 1+500-Km 2+040	Vegetación ruderal y arvense	
Km 1+430-Km 1+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
Km 1+510-Km 1+780	Vegetación ruderal y arvense	Km 2+040-Km 2+100	Potreros	
Km 1+780-Km 1+910	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 2+100- Km 2+230	Vegetación ruderal y arvense	
Km 1+910-Km 2+100	Potreros			
Km 2+100-Km 2+160	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
Km 2+160-Km 2+260	Vegetación ruderal y arvense	Km 2+230-Km 2+640	Potreros	
Km 2+260-Km 2+400	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 2+640- Km 3+120	Vegetación ruderal y arvense	
Km 2+400-Km 2+540	Potreros	Km 3+120-Km 3+300	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	

Km 2+540-Km 2+780	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 3+300- Km 3+330	Vegetación ruderal y arvense	
Km 2+780- km 2+810	Vegetación ruderal y arvense	Km 3+330-km 3+370	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 2+810-Km 3+250	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 3+370-Km 3+470	Vegetación ruderal arvense	
Km 3+250- Km 3+290	Vegetación ruderal y arvense	Km 3+470- Km 3+510	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 3+290-Km 3+330	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 3+510-Km 3+530	Vegetación ruderal y arvense	
Km 3+330-km 3+400	Vegetación ruderal y arvense	Km 3+530- Km 3+570	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
km 3+400- Km 3+460	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 3+570-Km 3+680	Vegetación ruderal y arvense	
Km 3+460-Km3+570	Vegetación ruderal y arvense	Km 3+680- Km 3+990	Potreros	
Km 3+570-Km 3+750	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 3+990-Km 4+440	Vegetación ruderal y arvense	
Km 3+750-Km 4+020	Vegetación ruderal arvense.			
Km 4+020-Km 4+100	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino	Km 4+440- Km 4+480	Asentamientos humanos localidad de Ciénegas	
Km 4+100-Km 4+220	Vegetación ruderal arvense	Km 4+480- Km 5+020	Agricultura de temporal Anual	
Km 4+560-Km 4+900	Asentamientos humanos, localidad Ciénegas	Km 5+020-Km 5+120	Asentamientos humanos localidad de Ciénegas.	
Km 4+900- Km 5+080	Agricultura de temporal Anual	Km 5+120-Km 5+200	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 5+080-Km 5+280	Vegetación ruderal y arvense	Km 5+200-Km 5+420	Vegetación ruderal y arvense	
Km 5+280- Km 5+420	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 5+420-Km 5+480	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 5+420- Km 5+660	Vegetación ruderal y arvense	Km 5+480-Km 5+580	Vegetación ruderal y arvense	
Km 5+660- Km 5+900	Asentamientos humanos, Localidad Santa María Tejotepec	Km 5+580-Km 5+940	Asentamientos humanos, localidad Santa María Tejotepec	
Km 5+900-Km 6+680	Vegetación ruderal y arvense	Km 5+940-Km 6+610	Vegetación ruderal y arvense	
		Km 6+610-Km 6+670	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 6+680-Km 6+700	Asentamientos humanos	Km 6+670-Km 6+800	Pastizal inducido	

Km 6+700- Km 6+820	Parcela de maíz y vegetación ruderal	Km 6+800- Km 6+940	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 6+820-Km 6+840	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 6+940-Km 7+040	Vegetación ruderal arvense	
		Km 7+040-Km 7+070	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 6+840- Km 6+950	Vegetación ruderal arvense	Km 7+070-Km 7+240	Vegetación ruderal arvense	
Km 6+950-Km 7+020	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	Km 7+240-Km 7+280	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.	
Km 7+020-Km 7+060	Vegetación ruderal arvense	Km 7+280- Km 7+570	Vegetación ruderal arvense	
Km 7+060-Km 7+130	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
Km 7+130-Km 7+510	Vegetación ruderal arvense	Km 7+570-Km 7+710	Pastizal inducido	
Km 7+510-Km 7+560	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino	Km 7+710-Km 7+930	Vegetación ruderal arvense	
Km 7+560-Km 7+710	Potreros	Km 7+930-Km 8+009	Pastizal inducido	
Km 7+710-Km 7+760	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino.			
Km 7+760-Km 7+980	Vegetación ruderal arvense			
Km 7+980- Km 8+009	Pastizal inducido			
Km 165+900 – km 166+400	Vegetación ruderal arvense	Km 165+900 – km 166+400	Vegetación ruderal arvense	

De la vegetación afectada, los polígonos que requieren autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales, CUSTF, son los siguientes (Tabla 4.16):

Tabla 4.16. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales requeridos

Polígono	Cadenamiento	Lado	Tipo de vegetación	Superficie
1	Km 0+300-Km 0+350	Derecho	Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino (VSA/BQP).	23,097.29 m^2
2	Km 0+170-Km 0+290	Izquierdo		
3	Km 0+380-Km 0+450	Derecho		
4	Km 0+330-Km 0+530	Izquierdo		
5	Km 0+470-Km 0+510	Derecho		
6	Km 0+900-Km 0+940	Derecho		
7	Km 1+030-Km 1+080	Izquierdo		
8	Km 1+080-Km 1+130	Derecho		
9	Km 1+170- Km 1+270	Izquierdo		
10	Km 1+430-Km 1+510	Derecho		
11	Km 1+780-Km 1+910	Derecho		
12	Km 2+100-Km 2+160	Derecho		
13	Km 2+260-Km 2+400	Derecho		
14	Km 3+120-Km 3+300	Izquierdo		
15	Km 2+540-Km 2+780	Derecho		
16	Km 3+330-km 3+370	Izquierdo		
17	Km 2+810-Km 3+250	Derecho		

18	Km 3+470- Km 3+510	Izquierdo		
19	Km 3+290-Km 3+330	Derecho		
20	Km 3+530- Km 3+570	Izquierdo		
21	km 3+400- Km 3+460	Derecho		
22	Km 3+570-Km 3+750	Derecho		
23	Km 4+020-Km 4+100	Derecho		
24	Km 5+120-Km 5+200	Izquierdo		
25	Km 5+280- Km 5+420	Derecho		
26	Km 5+420-Km 5+480	Izquierdo		
27	Km 6+610-Km 6+670	Izquierdo		
28	Km 6+800- Km 6+940	Izquierdo		
29	Km 6+820-Km 6+840	Derecho		
30	Km 7+040-Km 7+070	Izquierdo		
31	Km 6+950-Km 7+020	Derecho		
32	Km 7+240-Km 7+280	Izquierdo		
33	Km 7+060-Km 7+130	Derecho		
34	Km 7+510-Km 7+560	Derecho		
35	Km 7+710-Km 7+760	Derecho		
			Total	**23,097.29 m²**

En las siguientes tablas (Tablas 4.17-4.51) se presentan las coordenadas de los Polígonos de CUSTF.

Tabla 4.17. Polígono 1.

POLÍGONO 1		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
1	717,737.87	1,938,342.89
2	717,725.65	1,938,327.05
3	717,718.53	1,938,318.76
4	717,724.45	1,938,322.66
5	717,738.32	1,938,336.29
6	717,750.90	1,938,350.07
7	717,754.05	1,938,355.55
8	717,750.45	1,938,358.44
SUPERFICIE:		**191.85 m²**

Tabla 4.18. Polígono 2.

POLÍGONO 2		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
9	717,840.14	1,938,453.16
10	717,837.74	1,938,455.09
11	717,830.05	1,938,448.43
12	717,824.90	1,938,443.96
13	717,814.11	1,938,435.58
14	717,812.72	1,938,434.50
15	717,807.54	1,938,428.26
16	717,795.60	1,938,413.83
17	717,790.58	1,938,403.17
18	717,789.00	1,938,399.80
19	717,780.07	1,938,385.97
20	717,777.60	1,938,382.14
21	717,771.91	1,938,373.83
22	717,766.21	1,938,365.51
23	717,763.44	1,938,360.85

24	717,765.10	1,938,359.52
25	717,771.94	1,938,366.86
26	717,784.37	1,938,382.53
27	717,797.41	1,938,397.71
28	717,810.87	1,938,412.54
29	717,823.03	1,938,428.44
30	717,830.76	1,938,439.27
31	717,834.67	1,938,444.74
SUPERFICIE:		**948.82 m²**

Tabla 4.19. Polígono 3.

POLÍGONO 3		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
32	717,664.05	1,938,235.09
33	717,667.88	1,938,232.88
34	717,673.28	1,938,241.32
35	717,677.52	1,938,247.95
36	717,683.21	1,938,258.67
37	717,692.74	1,938,276.26
38	717,695.18	1,938,280.73
39	717,697.81	1,938,285.76
40	717,702.18	1,938,294.11
41	717,701.85	1,938,294.31
42	717,696.59	1,938,285.54
43	717,690.73	1,938,277.42
44	717,679.58	1,938,260.77
45	717,669.49	1,938,243.50
SUPERFICIE:		**148.33 m²**

Tabla 4.20. Polígono 4.

POLÍGONO 4		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
46	717,657.58	1,938,194.06
47	717,661.54	1,938,201.57
48	717,662.95	1,938,204.87
49	717,666.04	1,938,210.86
50	717,670.68	1,938,219.73
51	717,675.50	1,938,228.49
52	717,680.33	1,938,237.25
53	717,689.17	1,938,255.23
54	717,699.14	1,938,272.79
55	717,701.70	1,938,276.84
56	717,705.57	1,938,280.36
57	717,711.54	1,938,288.15
58	717,722.86	1,938,303.98
59	717,734.46	1,938,320.00
60	717,740.18	1,938,328.23
61	717,739.51	1,938,328.77
62	717,728.40	1,938,318.75
63	717,721.44	1,938,312.63
64	717,717.96	1,938,307.62
65	717,709.58	1,938,295.56
66	717,706.98	1,938,291.05

67	717,699.63	1,938,278.29
68	717,697.14	1,938,273.73
69	717,690.30	1,938,261.22
70	717,687.86	1,938,255.99
71	717,682.95	1,938,245.46
72	717,678.51	1,938,238.29
73	717,673.24	1,938,229.79
74	717,667.69	1,938,221.45
75	717,663.41	1,938,215.04
76	717,662.27	1,938,213.03
77	717,657.31	1,938,204.24
78	717,651.61	1,938,194.17
79	717,645.04	19,381,88.09
80	717,639.72	1,938,181.37
81	717,637.51	1,938,179.43
82	717,634.99	1,938,177.22
83	717,629.40	1,938,173.46
84	717,621.08	1,938,167.86
85	717,622.19	1,938,165.92
86	717,626.28	1,938,167.44
87	717,630.44	1,938,169.31
88	717,634.42	1,938,171.44
89	717,638.02	1,938,173.69
90	717,640.00	1,938,175.07
91	717,645.21	1,938,179.27
92	717,646.22	1,938,180.18
93	717,646.27	1,938,183.20
94	717,651.22	1,938,185.37
95	717,654.32	1,938,189.24
SUPERFICIE:		**409.848 m²**

Tabla 4.21. Polígono 5.

POLÍGONOS 5		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
96	717,652.72	1,938,218.54
97	717,648.75	1,938,213.05
98	717,646.92	1,938,210.80
99	717,644.99	1,938,208.38
100	717,640.79	1,938,203.66
101	717,636.40	1,938,199.20
102	717,631.86	1,938,195.03
103	717,629.66	1,938,193.16
104	717,635.02	1,938,183.78
105	717,640.00	1,938,187.73
106	717,641.41	1,938,188.84
107	717,642.06	1,938,189.35
108	717,647.69	1,938,196.26
109	717,652.99	1,938,207.01
110	717,657.36	1,938,215.86
SUPERFICIE:		**326.45 m²**

Tabla 4.22. Polígono 6.

POLÍGONO 6
COORDENADAS UTM

EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
111	717,347.30	1,937,811.33
112	717,328.38	1,937,803.43
113	717,326.61	1,937,798.39
114	717,325.95	1,937,795.41
115	717,325.49	1,937,791.80
116	717,328.71	1,937,785.23
117	717,328.35	1,937,782.21
118	717,338.47	1,937,776.44
119	717,337.68	1,937,785.25
120	717,349.00	1,937,791.84
121	717,349.62	1,937,794.38
122	717,349.95	1,937,806.92
SUPERFICIE:		**519.35 m²**

Tabla 4.23. Polígono 7.

POLÍGONO 7		
COORDENADAS UTM		
EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
123	717,468.08	1,937,873.36
124	717,465.33	1,937,869.79
125	717,460.67	1,937,865.29
126	717,454.89	1,937,861.44
127	717,449.65	1,937,859.12
128	717,436.89	1,937,855.55
129	717,440.89	1,937,844.64
130	717,450.40	1,937,848.59
131	717,459.81	1,937,853.20
132	717,468.88	1,937,858.61
133	717,471.18	1,937,871.01
SUPERFICIE:		**370.27 m²**

Tabla 4.24. Polígono 8.

POLÍGONO 8		
COORDENADAS UTM		
EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
134	717,330.96	1,937,688.74
135	717,327.52	1,937,673.57
136	717,327.76	1,937,647.75
137	717,328.52	1,937,638.65
138	717,331.41	1,937,607.83
139	717,335.29	1,937,591.61
140	717,341.45	1,937,591.44
141	717,342.92	1,937,618.68
142	717,344.90	1,937,638.68
143	717,338.94	1,937,658.67
144	717,339.10	1,937,678.67
145	717,338.53	1,937,688.67
SUPERFICIE:		**1152.11 m²**

Tabla 4.25. Polígono 9.

POLÍGONO 9		
COORDENADAS UTM		
EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
146	717,324.83	1,937,733.65

147	717,339.14	1,937,733.67
148	717,339.50	1,937,738.67
149	717,339.73	1,937,758.67
150	717,339.22	1,937,765.90
151	717,336.86	1,937,768.99
152	717,327.40	1,937,775.49
153	717,324.51	1,937,758.65
154	717,324.49	1,937,738.65
SUPERFICIE:		**550.88 m²**

Tabla 4.26. Polígono 10.

POLÍGONO 10		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
155	717,150.29	1,937,447.02
156	717,154.81	1,937,441.40
157	717,161.02	1,937,445.53
158	717,191.08	1,937,473.15
159	717,218.36	1,937,489.66
160	717,214.55	1,937,496.67
161	717,204.45	1,937,492.41
162	717,193.39	1,937,482.73
163	717,189.26	1,937,478.34
SUPERFICIE:		**579.54 m²**

Tabla 4.27. Polígono 11

POLÍGONO 11		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
164	716,923.97	1,937,472.66
165	716,929.33	1,937,477.56
166	716,917.44	1,937,493.76
167	716,904.73	1,937,509.24
168	716,894.77	1,937,519.75
169	716,891.88	1,937,522.27
170	716,889.72	1,937,523.81
171	716,887.12	1,937,525.36
172	716,884.10	1,937,526.78
173	716,879.69	1,937,528.25
174	716,875.86	1,937,529.01
175	716,870.37	1,937,529.30
176	716,866.31	1,937,528.94
177	716,861.60	1,937,527.87
178	716,855.55	1,937,525.37
179	716,850.28	1,937,521.89
180	716,847.15	1,937,519.02
181	716,843.21	1,937,514.05
182	716,839.99	1,937,507.69
183	716,838.34	1,937,501.78
184	716,837.83	1,937,497.03
185	716,837.92	1,937,493.00
186	716,838.65	1,937,488.33
187	716,840.28	1,937,483.20
188	716,849.14	1,937,484.22
189	716,842.65	1,937,500.75

190	716,842.76	1,937,510.18
191	716,853.44	1,937,517.60
192	716,864.08	1,937,519.42
193	716,878.70	1,937,517.76
194	716,882.97	1,937,513.80
195	716,895.40	1,937,500.71
196	716,909.67	1,937,486.65
SUPERFICIE:		**1211.75 m²**

Tabla 4.28. Polígono 12.

POLÍGONO 12		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
197	716,806.93	1,937,324.41
198	716,793.00	1,937,310.06
199	716,778.72	1,937,296.05
200	716,764.12	1,937,282.42
201	716,769.26	1,937,277.42
202	716,773.65	1,937,281.27
203	716,787.32	1,937,297.43
204	716,800.57	1,937,314.65
205	716,808.36	1,937,323.05
SUPERFICIE:		**273.08 m²**

Tabla 4.29. Polígono 13.

POLÍGONO 13		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
206	716,678.39	1,937,237.45
207	716,659.50	1,937,230.74
208	716,641.15	1,937,222.77
209	716,620.71	1,937,213.64
210	716,605.12	1,937,203.26
211	716,587.87	1,937,191.31
212	716,572.64	1,937,178.29
213	716,565.24	1,937,169.60
214	716,559.56	1,937,163.72
215	716,562.76	1,937,159.92
216	716,583.49	1,937,172.84
217	716,593.77	1,937,183.69
218	716,605.90	1,937,201.20
219	716,616.06	1,937,206.05
220	716,634.75	1,937,210.30
221	716,652.15	1,937,219.26
222	716,662.02	1,937,224.84
223	716,679.49	1,937,234.85
SUPERFICIE:		**966.68 m²**

Tabla 4.30. Polígono 14.

POLÍGONO 14		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
224	715,977.98	1,936,667.19
225	715,984.19	1,936,663.78
226	715,981.86	1,936,673.25

227	715,979.59	1,936,676.25
228	715,977.54	1,936,678.83
229	715,971.22	1,936,692.14
230	715,961.79	1,936,709.78
231	715,959.47	1,936,714.70
232	715,958.72	1,936,720.10
233	715,958.94	1,936,723.03
234	715,959.86	1,936,726.76
235	715,962.02	1,936,731.13
236	715,967.83	1,936,737.63
237	715,982.21	1,936,751.57
238	715,997.23	1,936,764.77
239	716,014.20	1,936,775.76
240	716,030.07	1,936,787.99
241	716,045.76	1,936,800.43
242	716,059.33	1,936,815.30
243	716,055.27	1,936,819.92
244	716,037.34	1,936,805.64
245	716,009.58	1,936,781.01
246	715,992.08	1,936,765.82
247	715,971.39	1,936,742.87
248	715,949.50	1,936,726.42
249	715,949.63	1,936,720.42
250	715,959.92	1,936,699.29
251	715,968.29	1,936,690.57
SUPERFICIE:		**1158.21 m²**

Tabla 4.31. Polígono 15.

POLÍGONO 15		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
252	716,439.24	1,937,094.96
253	716,421.29	1,937,086.10
254	716,418.11	1,937,084.37
255	716,399.89	1,937,075.01
256	716,394.40	1,937,071.86
257	716,386.48	1,937,068.00
258	716,374.91	1,937,063.68
259	716,364.91	1,937,061.07
260	716,357.31	1,937,059.73
261	716,349.63	1,937,058.92
262	716,340.08	1,937,058.66
263	716,333.20	1,937,058.98
264	716,326.37	1,937,059.73
265	716,318.66	1,937,061.09
266	716,312.17	1,937,062.68
267	716,284.91	1,937,067.77
268	716,274.89	1,937,071.22
269	716,256.52	1,937,079.16
270	716,238.23	1,937,087.30
271	716,231.12	1,937,090.13
272	716,226.97	1,937,091.44
273	716,221.67	1,937,092.07
274	716,217.13	1,937,091.74
275	716,213.98	1,937,091.03

276	716,216.52	1,937,081.18
277	716,225.61	1,937,079.76
278	716,242.40	1,937,075.26
279	716,262.15	1,937,068.46
280	716,280.42	1,937,061.06
281	716,291.43	1,937,054.93
282	716,312.41	1,937,049.78
283	716,335.97	1,937,050.44
284	716,352.59	1,937,053.88
285	716,369.25	1,937,058.68
286	716,388.02	1,937,064.25
287	716,409.72	1,937,071.02
288	716,431.23	1,937,080.97
289	716,442.56	1,937,088.87
SUPERFICIE:		**1931.60 m²**

Tabla 4.32. Polígono 16.

POLÍGONO 16		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
290	715,975.07	1,936,662.21
291	715,971.16	1,936,655.53
292	715,945.90	1,936,643.56
293	715,933.93	1,936,642.59
294	715,952.23	1,936,635.67
295	715,955.38	1,936,635.15
296	715,962.05	1,936,635.31
297	715,968.51	1,936,637.17
298	715,973.76	1,936,640.21
299	715,978.66	1,936,644.98
300	715,982.34	1,936,651.26
301	715,983.57	1,936,655.04
SUPERFICIE:		**544.62 m²**

Tabla 4.33. Polígono 17.

POLÍGONO 17		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
302	716,214.34	1,937,026.69
303	716,213.67	1,937,031.67
304	716,213.15	1,937,034.31
305	716,206.73	1,937,049.31
306	716,197.76	1,937,060.91
307	716,195.39	1,937,067.77
308	716,195.34	1,937,066.14
309	716,196.06	1,937,060.06
310	716,195.09	1,937,048.47
311	716,198.06	1,937,028.68
312	716,203.34	1,937,009.32
313	716,207.24	1,936,995.06
314	716,192.34	1,936,953.49
315	716,184.59	1,936,945.45
316	716,169.48	1,936,932.34
317	716,154.97	1,936,918.57
318	716,193.91	1,936,905.40

319	716,124.89	1,936,892.18
320	716,108.60	1,936,880.43
321	716,093.59	1,936,867.21
322	716,079.03	1,936,853.47
323	716,065.25	1,936,838.87
324	716,050.38	1,936,825.48
325	716,035.98	1,936,811.58
326	716,020.43	1,963,798.98
327	716,005.66	1,936,785.48
328	715,990.81	1,936,772.09
329	715,974.82	1,936,759.98
330	715,959.74	1,936,746.84
331	715,955.98	1,936,743.30
332	715,949.72	1,936,734.41
333	715,966.32	1,936,747.97
334	715,989.05	1,936,769.07
335	716,012.70	1,936,789.79
336	716,033.61	1,936,809.52
337	716,057.63	1,936,827.05
338	716,071.31	1,936,835.46
339	716,083.89	1,936,841.47
340	716,087.09	1,936,844.30
341	716,094.40	1,936,851.13
342	716,100.97	1,936,856.84
343	716,109.95	1,936,865.62
344	716,135.87	1,936,890.12
345	716,155.13	1,936,906.11
346	7,162,173.47	1,936,923.45
347	716,194.14	1,936,943.75
348	716,208.75	1,936,954.19
349	716,214.86	1,936,965.99
350	716,214.65	1,936,990.00
351	716,214.34	1,937,014.07
SUPERFICIE:		**3315.21 m²**

Tabla 4.34. Polígono 18.

POLÍGONO 18		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
352	715,870.76	1,936,597.37
353	715,865.35	1,936,588.81
354	715,853.41	1,936,569.41
355	715,850.07	1,936,555.01
356	715,858.00	1,936,557.41
357	715,863.35	1,936,560.22
358	715,868.86	1,936,564.47
359	715,869.89	1,936,566.98
360	715,873.43	1,936,585.31
361	715,877.82	1,936,594.31
SUPERFICIE		**497.09 m²**

Tabla 4.35. Polígono 19.

POLÍGONO 19		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**

362	715,965.97	1,936,684.17
363	715,955.95	1,936,696.50
364	715,960.95	1,936,686.65
365	715,966.84	1,936,673.12
366	715,967.73	1,936,662.59
367	715,970.13	1,936,668.56
SUPERFICIE:		**70.32 m²**

Tabla 4.36. Polígono 20.

POLÍGONO 20		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
368	715,822.08	1,936,572.26
369	715,817.58	1,936,581.28
370	715,813.40	1,936,584.14
371	715,811.05	1,936,585.35
372	715,799.82	1,936,581.91
373	715,793.78	1,936,579.29
374	715,797.44	1,936,577.17
375	715,803.80	1,936,571.49
376	715,820.19	1,936,559.98
377	715,824.09	1,936,558.92
SUPERFICIE:		**379.58 m²**

Tabla 4.37. Polígono 21.

POLÍGONO 21		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
378	715,912.38	1,936,654.32
379	715,878.55	1,936,629.50
380	715,877.60	1,936,627.10
381	715,871.13	1,936,608.11
382	715,869.34	1,936,603.66
383	715,876.10	1,936,614.05
384	715,885.14	1,936,629.29
385	715,901.08	1,936,643.78
386	715,913.23	1,936,646.40
SUPERFICIE:		**395.99 m²**

Tabla 4.38. Polígono 22.

POLÍGONO 22		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
387	715,646.37	1,936,505.06
388	715,649.92	1,936,499.93
389	715,667.62	1,936,509.93
390	715,691.28	1,936,528.03
391	715,708.05	1,936,540.67
392	715,732.09	1,936,553.12
393	715,759.92	1,936,569.43
394	715,767.81	1,936,573.92
395	715,775.90	1,936,579.35
396	715,778.16	1,936,580.22
397	715,781.09	1,936,580.93
398	715,784.77	1,936,581.25

399	715,786.52	1,936,581.18
400	715,806.34	1,936,589.46
401	715,800.53	1,936,592.10
402	715,794.25	1,936,593.73
403	715,788.42	1,936,594.25
404	715,782.42	1,936,593.83
405	715,776.47	1,936,592.42
406	715,770.40	1,936,589.84
407	715,769.35	1,936,588.79
408	715,754.08	1,936,577.86
409	715,737.54	1,936,566.61
410	715,720.96	1,936,555.42
411	715,703.09	1,936,546.11
412	715,684.71	1,936,537.50
413	715,669.83	1,936,523.86
SUPERFICIE:		**1686.92 m²**

Tabla 4.39. Polígono 23.

POLÍGONO 23		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
414	715,378.47	1,936,301.30
415	715,380.48	1,936,299.32
416	715,382.53	1,936,301.85
417	715,396.73	1,936,314.51
418	715,408.60	1,936,327.77
419	715,423.87	1,936,344.66
420	715,433.04	1,936,358.53
421	715,432.44	1,936,358.94
422	715,419.22	1,936,345.07
423	715,416.55	1,936,341.74
424	715,406.04	1,936,330.30
425	715,392.46	1,936,315.60
SUPERFICIE:		**252.19 m²**

Tabla 4.40. Polígono 24.

POLÍGONO 24		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
426	714,552.45	1,935,782.94
427	714,526.79	1,935,780.40
428	714,501.48	1,935,775.49
429	714,481.98	1,935,771.11
430	714,484.33	1,935,760.61
431	714,524.24	1,935,765.48
432	714,543.22	1,935,772.25
433	714,561.13	1,935,783.72
434	714,561.01	1,935,784.28
SUPERFICIE:		**848.90 m²**

Tabla 4.41. Polígono 25.

POLÍGONO 25		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
435	715,235.72	1,936,199.64

436	715,216.99	1,936,192.56
437	715,198.41	1,936,185.12
438	715,180.59	1,936,175.97
439	715,162.44	1,936,167.57
440	715,144.43	1,936,158.81
441	715,138.60	1,936,156.63
442	715,133.02	1,936,154.69
443	715,126.05	1,936,152.56
444	715,120.30	1,936,151.05
445	715,113.66	1,936,149.56
446	715,107.20	1,936,148.37
447	715,108.13	1,936,143.55
448	715,121.21	1,936,147.84
449	715,126.79	1,936,150.23
450	715,144.82	1,936,157.93
451	715,167.75	1,936,166.14
452	715,182.23	1,936,172.23
453	715,214.57	1,936,185.28
454	715,236.44	1,936,192.79
455	715,238.28	1,936,193.80
SUPERFICIE:		**564.14 m²**

Tabla 4.42. Polígono 26.

POLÍGONO 26		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
456	714,435.34	1,935,636.22
457	714,442.74	1,935,616.11
458	714,454.40	1,935,600.93
459	714,466.87	1,935,585.16
460	714,475.13	1,935,590.43
461	714,468.01	1,935,609.60
462	714,457.14	1,935,626.40
463	714,443.35	1,935,641.32
SUPERFICIE:		**867.79 m²**

Tabla 4.43. Polígono 27.

POLÍGONO 27		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
464	714,790.61	1,935,399.99
465	714,797.60	1,935,400.32
466	714,797.42	1,935,402.52
467	714,797.44	1,935,404.05
468	714,797.60	1,935,405.80
469	714,804.54	1,935,425.24
470	714,812.21	1,935,442.57
471	714,812.92	1,935,446.03
472	714,813.48	1,935,452.26
473	714,813.47	1,935,454.24
474	714,809.39	1,935,455.86
475	714,808.11	1,935,453.97
476	714,804.55	1,935,447.02
477	714,799.48	1,935,437.15
478	714,796.60	1,935,428.74

479	714,793.12	1,935,418.57
SUPERFICIE:		**460.76 m²**

Tabla 4.44. Polígono 28.

POLÍGONO 28		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
480	714,896.98	1,935,336.74
481	714,897.71	1,935,335.44
482	714,901.57	1,935,329.71
483	714,902.14	1,935,319.19
484	714,875.43	1,935,289.50
485	714,866.26	1,935,273.03
486	714,863.82	1,935,259.27
487	714,863.77	1,935,249.24
488	714,869.07	1,935,233.31
489	714,870.97	1,935,228.62
490	714,878.45	1,935,210.07
491	714,883.61	1,935,211.98
492	714,876.42	1,935,230.65
493	714,871.21	1,935,248.01
494	714,870.81	1,935,253.02
495	714,870.94	1,935,257.45
496	714,871.47	1,935,261.54
497	714,872.09	1,935,264.52
498	714,873.07	1,935,267.74
499	714,875.00	1,935,272.49
500	714,879.52	1,935,280.12
501	714,884.13	1,935,287.44
502	714,890.20	1,935,297.08
503	714,898.14	1,935,310.29
504	714,901.69	1,935,314.77
505	714,903.13	19,353,199.24
506	714,903.76	1,935,323.89
507	714,903.60	1,935,328.29
508	714,903.09	1,935,331.16
509	714,902.15	1,935,334.27
510	714,900.10	1,935,338.59
SUPERFICIE:		**793.76 m²**

Tabla 4.45. Polígono 29.

POLÍGONO 29		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
511	714,892.99	1,935,318.53
512	714,884.21	1,935,322.32
513	714,885.06	1,935,319.76
514	714,880.65	1,935,303.99
515	714,881.16	1,935,303.58
SUPERFICIE:		**81.07 m²**

Tabla 4.46. Polígono 30.

POLÍGONO 30		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**

516	714,950.93	1,935,105.15
517	714,954.94	1,935,109.15
518	714,934.62	1,935,131.25
519	714,927.94	1,935,124.59
520	714,943.12	1,935,111.49
SUPERFICIE:		**229.37 m²**

Tabla 4.47. Polígono 31.

POLÍGONO 31		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
521	714,882.49	1,935,184.85
522	714,887.07	1,935,198.90
523	714,876.72	1,935,198.77
524	714,879.78	1,935,189.24
525	714,883.73	1,935,178.79
526	714,908.64	1,935,139.33
527	714,912.24	1,935,137.50
528	714,902.71	1,935,150.95
529	714,891.73	1,935,166.02
SUPERFICIE:		**153.88 m²**

Tabla 4.48. Polígono 32.

POLÍGONO 32		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
530	715,037.31	1,934,970.37
531	715,035.16	1,934,961.78
532	715,038.14	1,934,950.62
533	715,041.82	1,934,930.98
534	715,053.35	1,934,932.99
535	715,050.73	1,934,952.84
536	715,046.47	1,934,966.67
537	715,045.08	1,934,973.13
SUPERFICIE:		**477.27 m²**

Tabla 4.49. Polígono 33.

POLÍGONO 33		
COORDENADAS UTM		
EST	**ESTE (X)**	**NORTE (Y)**
538	714,964.61	1,935,061.23
539	714,964.78	1,935,060.15
540	714,972.61	1,935,048.34
541	714,974.43	1,935,051.60
542	714,977.07	1,935,057.34
543	714,967.50	1,935,074.80
544	714,964.91	1,935,079.20
545	714,954.63	1,935,096.68
546	714,941.64	1,935,107.38
547	714,952.81	1,935,092.90
548	714,955.64	1,935,090.34
549	714,964.79	1,935,079.19
SUPERFICIE:		**250.39 m²**

Tabla 4.50. Polígono 34.

POLÍGONO 34		
COORDENADAS UTM		
EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
550	715,207.09	1,934,747.33
551	715,217.23	1,934,768.83
552	715,218.59	1,934,773.87
553	715,218.31	1,934,779.22
554	715,207.36	1,934,790.25
555	715,204.69	1,934,789.71
556	715,205.81	1,934,778.67
557	715,204.61	1,934,772.46
SUPERFICIE:		351.49 m²

Tabla 4.51. Polígono 35.

POLÍGONO 35		
COORDENADAS UTM		
EST	ESTE (X)	NORTE (Y)
558	715,232.71	1,934,593.72
559	715,225.04	1,934,603.35
560	715,228.60	1,934,593.37
561	715,238.40	1,934,575.92
562	715,249.58	1,934,559.19
563	715,253.98	1,934,551.21
564	715,247.58	1,934,566.03
SUPERFICIE:		140.81 m²

Para la realización del proyecto se afectarán algunas especies arbóreas y arbustivas que se encontraron delimitando el camino. De estas especies se encontró la especie *Brahea dulcis* (palma abanico) en estatus de riesgo como Amenazada (A) en el listado de la Nom- 059 –Semarnat-2010 (DOF 14-11-2019).

En la tabla 4.52 se agrega el listado de especies a remover para mayor precisión de diámetros y alturas de cada uno de los individuos a remover.

Tabla 4.52. Listado de especies a remover por los trabajos de construcción del camino.

No.	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Número de individuos	Estatus en la Nom-059-Semarnat-2010.
1	*Persea schiedeana*	Aguacate de monte	2	Árbol	SS
2	*Opuntia tormentosa*	Nopal chamacuelo	1	Arbusto	SS
3	*Eriobotrya japonica*	Níspero	1	Árbol	SS
4	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina australiana	1	Árbol	SS
5	*Solanum lanceolatum*	Tomatillo	34	Arbusto	SS
6	*Ficus carica*	Higo	1	Árbol	SS
7	*Tagete lucida*	Pericón	17	Arbusto	SS
8	*Lantana camara*	Cinco negritos	14	Arbusto	SS
9	*Juniperus flaccida*	Enebro	29	Árbol	SS
10	*Acacia farnesiana*	Huizache	11	Arbusto	SS
11	*Brahea dulcis*	Palma abanico	38	Arbusto	A
12	*Quercus acutifolia*	Aguatle	26	Árbol	SS
13	*Quercus magnolifolia*	Encino amarillo	49	Árbol	SS
14	*Comarostaphylis polifolia*	Madroño negro	11	Árbol	SS
15	*Pistacia mexicana*	Lantrisco	3	Árbol	SS
16	*Arbutus xalapensis*	Madroño	15	Árbol	SS

17	*Calliandra houstoniana*	Cabellos de ángel	18	Arbusto	SS
18	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	12	Hierba	SS
19	*Cercocarpus macrophyllus*	Limoncillo	33	Arbusto	SS
20	*Acacia pennatula*	Algarrobo	11	Arbusto	SS
21	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	18	Hierba	SS
22	*Wigandia urens*	Chichicastle	23	Arbusto	SS
23	*Tecoma stan*	Timboco	7	Arbusto	SS
24	*Manfreda pringlei*	Amole	6	Hierba	SS
25	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	13	Arbusto	SS
26	*Baccharis conferta*	Azoyate	4	Arbusto	SS
27	*Agave potatorum*	Maguey tóbala	11	Arbusto	SS
28	*Salvia semiatrata*	Salvia	3	Hierba	SS
29	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	26	Arbusto	SS
30	*Acaciella angustissima*	Guajillo	16	Arbusto	SS
31	*Annona squamosa*	Capulín	1	Árbol	SS
32	*Bursera submoniliformis*	Copal	1	Árbol	SS
33	*Rhus standleyi*	Vara negra	2	Arbusto	SS
34	*Calotropis procera*	Algodoncillo gigante	3	Hierba	SS
35	*Sonchus oleraceus*	Lechuguilla común	12	Hierba	SS
36	*Oenothera suffrutescens*	Onagra de olor	17	Hierba	SS
37	*Penstemon roseus*	Campanita rosa	6	Hierba	SS
38	*Castilleja tenuiflora*	Garañona	14	Hierba	SS
39	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	4	Arbusto	SS
40	*Salix humboldtiana*	Sabino	1	Arbusto	SS
41	*Cuphea angustifolia*	Flor violenta	8	Hierba	SS
42	*Desmodium orbiculare*	Hierba de la víbora	8	Hierba	SS
43	*Salvia polystachya*	Romerillo	12	Hierba	SS
44	*Acourtia reticulata*	Peonía	8	Hierba	SS
45	*Ceanothus caeruleus*	Chaquira	11	Arbusto	SS
46	*Lantana achyranthifolia*	Hierba mariposa	5	Hierba	SS
47	*Heterotheca inuloides*	Árnica mexicana	7	Hierba	SS
48	*Eucalyptus globulus*	Eucalipto azul	1	Árbol	SS
49	*Yucca gigantea*	Izote gigante	2	Arbusto	SS
50	*Riccinus communis*	Higuerilla	3	Arbusto	SS
51	*Arundo donax*	Carrizo	3	Arbusto	SS
52	*Musa paradisiaca*	Plátano	1	Arbusto	SS
53	*Porophyllum punctatum*	Mal de ojo	4	Hierba	SS
54	*Dasylirion serratifolium*	Tehuizote	8	Arbusto	SS
55	*Pinaropappus roseus*	Chipule	6	Hierba	SS
Total			**602**		

Especies florales encontradas en el sitio del proyecto.

Estrato Arbóreo



Quercus magnoliifolia



Quercus laurina



Arbutus xalapensis



Cercocarpus macrophyllus



Juniperus flaccida



Comarostaphylis polifolia

Estrato Arbustivo



Dodonaea viscosa



Calliandra houstoniana



Wigandia urens



Acacia pennatula



Brahea dulcis



Leucaena esculenta

Estrato herbáceo



Tagete lucida



Castilleja tenuiflora



Lantana camara



Bouvardia ternifolia



Salvia semiatrata



Calotropis procera

IV.2.1.2. B Fauna

Dentro de la gran riqueza biológica existen especies cuyas poblaciones se han visto deterioradas por la mano del hombre. Esto ha llevado a generar programas o estrategias orientadas a conservar y manejar las poblaciones de especies silvestres. Tal es el caso de la determinación de especies prioritarias para las que se establecen programas de manejo orientados al rescate, investigación y protección, ya sea porque las especies pueden ser raras, endémicas, o estar amenazadas o en peligro de extinción. (Las

fuentes de información son la Dirección General de Vida Silvestre y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas "CONANP").

La fauna silvestre es un recurso natural renovable que tiene diversos valores biológicos, económicos y culturales. La fauna silvestre comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Además de ser fundamental para los hombres, es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo.

México es uno de los países más megadiversos del mundo. A pesar de que el territorio mexicano representa tan solo el 1% de la superficie terrestre, alberga más del 10% de la diversidad biológica del mundo (CONABIO, 2014). Debido a su ubicación geográfica y a su diverso relieve, en México podemos encontrar una gran diversidad de ecosistemas. Un 30 al 35% del territorio nacional está cubierto por bosques y selvas u otros tipos de vegetación de amplia cobertura y de acuerdo con un estudio de la FAO, México se ubica en el lugar número 12 en cuanto a superficie forestal mundial. Además. Los estados que cuentan con una mayor diversidad biológica se encuentran en el sur del país, siendo Oaxaca el más rico, seguido por Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán (INECC, 2007). Se tienen datos de que México alberga aproximadamente 64,878 de especies de las cuales:

- 361 anfibios
- 864 reptiles
- 535 mamíferos
- 1,096 aves
- 2,692 peces

Oaxaca es el Estado que registra la mayor biodiversidad en el país. De las 22,350 especies de plantas conocidas en México, 8,400 se encuentran ahí. Tiene un total de 1,431 especies de vertebrados terrestres (incluyendo aves, mamíferos reptiles y anfibios), lo que equivale al 50% de las especies presentes en el país. De las 1,100 especies de aves que viven o migran temporalmente a México, 736 habitan en Oaxaca, así como 148 de los 451 mamíferos. De las 808 especies de reptiles - tortugas, lagartos, serpientes y cocodrilos registradas a nivel nacional, 245 se encuentran en el estado y de las 361 especies mexicanas de ranas, salamandras y otros anfibios, una tercera parte se ubica en sus montañas, bosques, selvas y costas.

MUESTREO Y TOMA DE DATOS EN CAMPO

Se hicieron recorridos diurnos en el área del proyecto e influencia para la observación directa e indirecta a través de rastreo de excremento, huellas, canto y madrigueras. Para el muestreo de fauna se establecerán puntos fijos de observación, cuatro en el trazo del proyecto y otros cuatro en el SAR, incluyendo los tipos de vegetación más representativa de la zona (Tabla 4.53), también se hizo una caminata en todo el eje del proyecto y se anotaron las observaciones de fauna. La identificación de individuos se realizó con guías y claves taxonómicas de zoología de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Para identificar el estatus de protección y riesgo de las especies registradas se tomó como base la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 14-11-2019).

Tabla 4.53. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna

Cuadro 1. Sitios de muestreo de fauna en el área de estudio.				
Sitio	**Ubicación**	**Coordenadas UTM de los puntos medios de los sitios de muestreo.**		**Descripción de la unidad ambiental**
		X	**Y**	
1	Área del Proyecto e influencia	717725.30	1938333.22	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
2	Área del Proyecto e influencia	717332.81	1937806.66	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
3	Área del Proyecto e influencia	715907.48	1936636.57	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
4	Área del Proyecto e influencia	714867.56	1935250.77	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
5	SAR	718035.06	1938365.58	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
6	SAR	716038.46	1937095.15	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
7	SAR	716360.36	1936658.95	VSA/BQ, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
8	SAR	716039.70	1934577.55	Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Pino- Encino



Figura 4.19. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna.



Fotografías 4.17. Unidades de vegetación donde se realizaron los muestreos faunísticos.

Muestreo de fauna

El muestreo se realizó para cada grupo faunístico. La metodología empleada para cada grupo se describe a continuación:

Aves: Las observaciones se realizaron de 6:00 am a 10:00 am y de 17:00 pm a 19:00 pm, registrando las observaciones de los avistamientos. Se establecieron puntos fijos de observación, permaneciendo 40 minutos en cada estación. Las aves se observaron con binoculares y fueron identificadas usando las guías de campo para la identificación de aves (Peterson, R. T y E. L. Chalif, 1989; Howell, S. N. G. y S. Webb, 1995). También se revisaron trabajos avifaunísticos efectuados cerca del área del proyecto y se examinaron las especies que están en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA´s) de la CONABIO (Figura 4.20).



Fotografías 4.18. Avistamiento de aves.

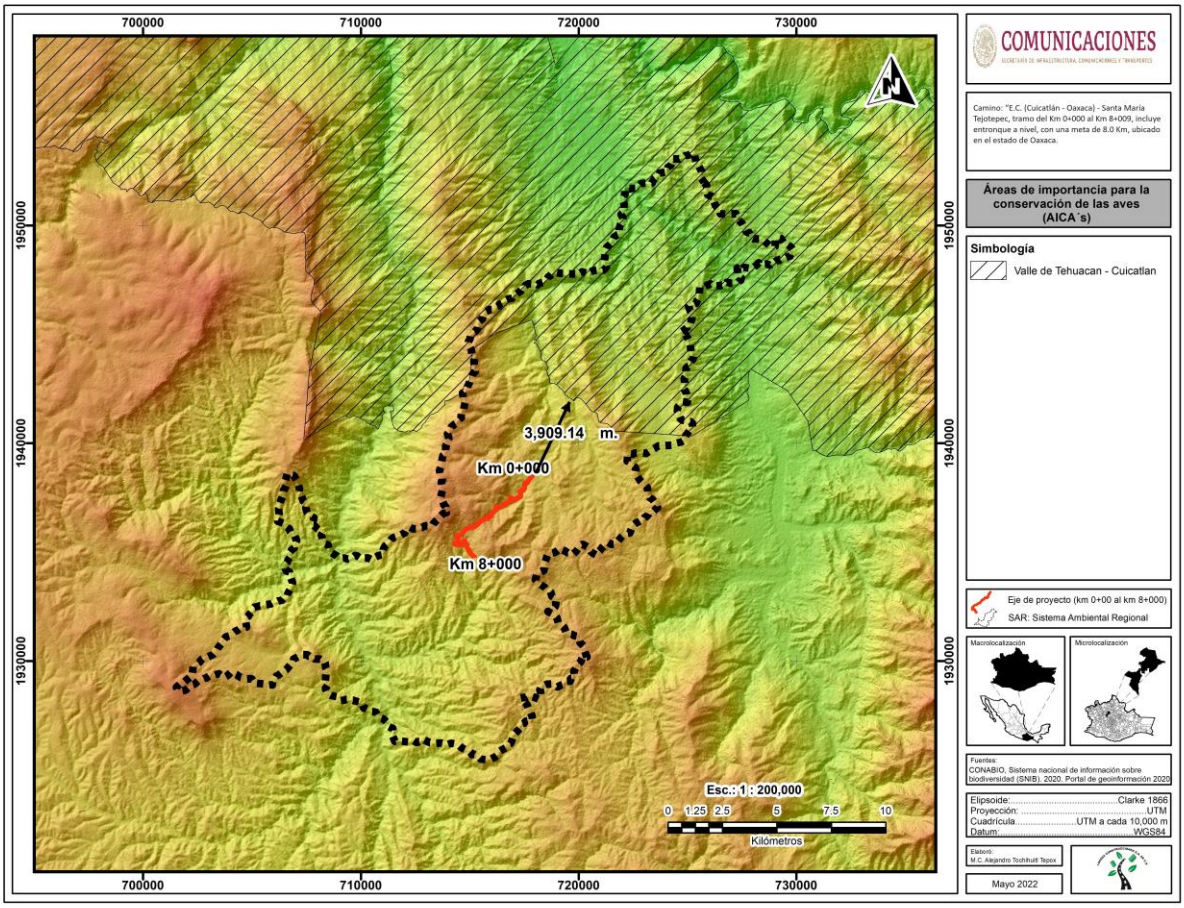


Figura 4.20. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA´s).

Mamíferos: Se realizó una búsqueda intensiva en el eje del proyecto, área de influencia y SAR, donde se hicieron recorridos sobre brechas y caminos, así como en aquellos espacios donde se pudieran encontrar huellas, excretas, echaderos y madrigueras. Los horarios para la búsqueda de mamíferos fueron de 7:00 am a 11:00 am. Se colocaron trampas para mamíferos medianos y pequeños, así como cámaras trampas. Para la identificación de los ejemplares, se realizó una consulta bibliográfica del área de estudio de la región. Los rastros se identificaron con el apoyo de la guía de campo de Aranda (2000).



Fotografías 4.19. a) Colocación de trampa Tomahawk. b) Colocación de cámara trampa. c) Búsqueda de pequeños mamíferos dentro de madrigueras con cámara endoscópica.

Anfibios y Reptiles: Se hizo una búsqueda intensiva de estos organismos en puntos el área del proyecto, área de influencia y SAR. Los reptiles se buscaron sobre rocas, debajo de troncos, hojarasca, durante recorridos y sitios de avistamiento. Para el caso de anfibios, se hicieron busquedas en las áreas húmedas como cauces de arroyos, ríos y humedales. La determinación de los individuos se realizó con ayuda de guías y claves de identificación (Casas-Andreu, G. y C.J. McCoy, 1987), (García, A. y G. Ceballos, 1994), (Flores-Villela, O., F. Mendoza y G. González, 1995).



Fotografías 4.20. Búsqueda de reptiles con gancho herpetológico y búsqueda de anfibios a orilla de cuerpos de agua.

Adicionalmente se realizó una revisión bibliográfica y de consulta de bases de datos especializadas, con el objetivo de identificar especies potencialmente presentes en el sitio que no fueron registradas durante los estudios de línea base o el monitoreo. Para ello se consultaron las siguientes bases de datos:

- Enciclovida de la CONABIO
- Naturalista
- The Global Biodiversity Information Facility: GBIF Backbone Taxonomy
- Smithsonian National Museum of Natural History. Data Base North American Mammals.
- HERPnet

Para saber el estatus de protección y riesgo de las especies registradas se tomó como referencia la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ANÁLISIS DE DATOS

Riqueza de especies e índices de biodiversidad

La diversidad de especies es la variedad de especies existentes en una superficie o región. Para poder estimar la diversidad en el área del proyecto se utilizó el concepto de **Diversidad α**, que se refiere a la riqueza de especies en una comunidad determinada. Para determinarla, se realizó el cálculo de dos índices basados en la abundancia relativa de las especies, éstos, a diferencia de los índices de riqueza específica, proporcionan una descripción global de la información, además de que algunos tienen ecuaciones asociadas que permiten calcular la diversidad máxima y mínima, la equitatividad y la dominancia de las especies.

Índice de diversidad de Shannon-Wienner: Es un indicador de la diversidad faunística presente en el área del proyecto, se utilizó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener representada normalmente como H´. Se expresa con un número positivo que varía entre 0.5 y 5 la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Se calcula usando la fórmula siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi * \log\ pi$$

S: Número de especies.

pi: Proporción de individuos de la especie i con respecto al total de individuos.

Así, los ecosistemas con valores menores a 2 muestran una biodiversidad baja, mientras que los hábitats con valores superiores a 3 presentan una diversidad alta, por lo que los valores entre 2.1 a 2.9 se consideran como moderados.

Asociado al Índice de Shannon suele calcularse la equidad o equitatividad de Pielou (J'), o grado de uniformidad en la repartición de los individuos con relación a las especies, la cual se estima mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{máx}}$$

En esta medida de diversidad indica si todas las especies de una muestra presentan la misma abundancia, J´ tenderá a cero cuando las abundancias relativas sean menos equitativas. El resultado de la aplicación de la fórmula de equidad nos arroja un valor en relación de 0 a 1.

Índice de Simpson: Tiende a ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. Es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad. Este índice se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$\mathrm{D} = \sum \mathrm{pi}^2$$

pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir el número de individuos de la especie y dividido entre el número total de individuos de la muestra (n/N).

La categorización de la abundancia de cada especie se realizó siguiendo la propuesta de Pettingill (1969), la cual se basa en los siguientes porcentajes de frecuencia: 90-100 % (A; abundante), 65-89 % (C; común), 31- 64 % (MC; moderadamente común), 10-30 % (NC; no común) y 1-9 % (R; rara).

RESULTADOS

La información contenida en el presente apartado es resultado del trabajo de campo y de gabinete que se hizo en el área del proyecto, área de influencia y SAR.

Tabla 4.54. Listado faunístico del Sistema Ambiental Regional (SAR).

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	E	SS	OD
2	Anura	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	NE	SS	OD
3	Anura	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	E	SS	OD
4	Anura	Hylidae	*Rheohyla miotympanum*	Calates	E	SS	RB
5	Anura	Ranidae	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada	E	SS	OD
6	Anura	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	E	SS	RB
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Dactyloidae	Anolis nebulosus	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	E	SS	OD
2	Squamata	Colubridae	Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	NE	SS	E
3	Squamata	Colubridae	Senticolis triaspis	Culebra ratonera	NE	SS	OD
4	Squamata	Colubridae	Oxybelis aeneus	Culebra bejuquilla	NE	SS	OD
5	Squamata	Corytophanidae	Basiliscus vittatus	Toloque rayado	NE	SS	E
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	E	SS	OD
7	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	E	SS	OD
8	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus mucronatus	Lagartija espinosa de grieta	E	SS	OD
9	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	E	SS	OD
10	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus formosus	Lagartija espinosa esmeralda norteña	E	SS	OD
11	Squamata	Scincidae	Plestiodon brevirostris	Eslizón chato	E	SS	OD
12	Squamata	Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	E	SS	OD
13	Testudines	Kinosternidae	Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	E	PR	RB
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-**	**Registro**

						Semarnat-2010	
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Agulilla cola corta	NE	SS	OD
2	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubi	NE	SS	OD
3	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	NE	SS	OD
4	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja	NE	SS	OD
5	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	NE	SS	OD
6	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	NE	SS	OD
7	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	NE	SS	OD
8	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	NE	SS	OD
9	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga encinera	NE	SS	OD
10	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Tángara capucha roja	NE	SS	OD
11	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	NE	SS	OD
12	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	NE	SS	OD
13	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	NE	SS	OD
14	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	NE	SS	OD
15	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito Encapuchado	NE	SS	OD
16	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	NE	SS	OD
17	Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Calandria Capucha Negra	NE	SS	OD
18	Passeriformes	Icteridae	*Icterus wagleri*	Bolsero de Wagler	NE	SS	OD
19	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero cuculado	NE	SS	OD
20	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	NE	SS	OD
21	Passeriformes	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	E	SS	OD
22	Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	NE	SS	OD
23	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	NE	SS	OD
24	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	NE	SS	OD
25	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone albicollis*	Rascador Oaxaqueño	E	SS	OD
26	Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	NE	SS	OD
27	Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	NE	SS	OD
28	Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	NE	SS	OD
29	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	NE	SS	OD
30	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	NE	SS	OD
31	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	NE	SS	OD
32	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	NE	SS	OD
33	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	NE	SS	OD
34	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	E	SS	OD
35	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	NE	SS	OD
36	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	E	SS	OD
37	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	NE	SS	OD
38	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	NE	SS	OD
39	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	NE	SS	OD

40	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	NE	SS	E
41	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	NE	SS	OD
42	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	NE	SS	OD
43	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax affinis*	Papamosca pinero	NE	SS	OD
44	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamosca chico	NE	SS	OD
45	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	NE	SS	OD
46	Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	NE	SS	OD
47	Piciformes	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	E	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	NE	SS	E
2	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	NE	SS	E
3	Carvivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	NE	SS	EX
4	Carvivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	NE	P	RB
5	Carvivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	NE	P	RB
6	Carvivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	NE	SS	E
7	Carvivora	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	NE	SS	E
8	Carvivora	Mustelidae	*Nasua narica*	Tejón	NE	SS	E
9	Carvivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	NE	SS	H
10	Carvivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Mico de noche	NE	PR	RB
11	Carvivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NE	SS	H
12	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
13	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	NE	SS	H
14	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	E	SS	OD, EX
15	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	NE	SS	OD

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) *(Pr sujeta a protección especial, A amenazada, P en peligro de extinción, SS Sin categoría)* ***Endemismo*** *(E endémica y NE no endémica)* ***Registro*** *(RB: Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas, H= Huella).*

Tabla 4.55. Listado faunístico del área de influencia.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	E	SS	OD
2	Anura	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	NE	SS	OD
3	Anura	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	E	SS	OD

CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	E	SS	OD
2	Squamata	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	NE	SS	OD
3	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla	NE	SS	OD
4	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	E	SS	OD
5	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	E	SS	OD
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	E	SS	OD
7	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	E	SS	OD
8	Squamata	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	E	SS	OD
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Agulilla cola corta	NE	SS	OD
2	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubi	NE	SS	OD
3	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	NE	SS	OD
4	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja	NE	SS	OD
5	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	NE	SS	OD
6	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	NE	SS	OD
7	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	NE	SS	OD
8	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	NE	SS	OD
9	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga encinera	NE	SS	OD
10	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	NE	SS	OD
11	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	NE	SS	OD
12	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	NE	SS	OD
13	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito Encapuchado	NE	SS	OD
14	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	NE	SS	OD
15	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	NE	SS	OD

16	Passeriformes	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	E	SS	OD
17	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	NE	SS	OD
18	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	NE	SS	OD
19	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone albicollis*	Rascador Oaxaqueño	E	SS	OD
20	Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	NE	SS	OD
21	Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	NE	SS	OD
22	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	NE	SS	OD
23	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	NE	SS	OD
24	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	NE	SS	OD
25	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	E	SS	OD
26	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	NE	SS	OD
27	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	E	SS	OD
28	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	NE	SS	OD
29	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	NE	SS	OD
30	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	NE	SS	OD
31	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	NE	SS	E
32	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	NE	SS	OD
33	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	NE	SS	OD
34	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	NE	SS	OD
35	Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	NE	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	NE	SS	E
2	Carvivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	NE	SS	EX
3	Carvivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	NE	SS	E
4	Carvivora	Mustelidae	*Nasua narica*	Tejón	NE	SS	E
5	Carvivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	NE	SS	H
6	Carvivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NE	SS	H
7	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
8	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	NE	SS	H

9	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	E	SS	OD, EX
10	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	NE	SS	OD

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) *(Pr sujeta a protección especial, A amenazada, P en peligro de extinción, SS Sin categoría)* ***Endemismo*** *(E endémica y NE no endémica)* ***Registro*** *(RB: Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas, H= Huella).*

Tabla 4.56. Listado faunístico del área del proyecto.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	NE	SS	OD
2	Anura	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	E	SS	OD
3	Anura	Ranidae	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada	E	SS	OD
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	E	SS	OD
2	Squamata	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	NE	SS	OD
3	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla	NE	SS	OD
4	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	E	SS	OD
5	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	E	SS	OD
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	E	SS	OD
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	NE	SS	OD
2	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	NE	SS	OD
3	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	NE	SS	OD
4	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	NE	SS	OD
5	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga encinera	NE	SS	OD
6	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	NE	SS	OD
7	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	NE	SS	OD
8	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	NE	SS	OD
9	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito Encapuchado	NE	SS	OD
10	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	NE	SS	OD

11	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	NE	SS	OD
12	Passeriformes	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	E	SS	OD
13	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	NE	SS	OD
14	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	NE	SS	OD
15	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone albicollis*	Rascador Oaxaqueño	E	SS	OD
16	Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	NE	SS	OD
17	Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	NE	SS	OD
18	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	NE	SS	OD
19	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	NE	SS	OD
20	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	NE	SS	OD
21	Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	E	SS	OD
22	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	NE	SS	OD
23	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	E	SS	OD
24	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	NE	SS	OD
25	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	NE	SS	OD
26	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	NE	SS	OD
27	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	NE	SS	E
28	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	NE	SS	OD
29	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	NE	SS	OD
30	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	NE	SS	OD
31	Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	NE	SS	OD
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Carvivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	NE	SS	E
2	Carvivora	Mustelidae	*Nasua narica*	Tejón	NE	SS	E
3	Carvivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	NE	SS	H
4	Carvivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NE	SS	H
5	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	M
6	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	NE	SS	H
7	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	E	SS	OD, EX
8	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	NE	SS	OD

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) *(Pr sujeta a protección especial, A amenazada, P en peligro de extinción, SS Sin categoría)* ***Endemismo*** *(E endémica y NE no endémica)* ***Registro*** *(RB: Registro bibliográfico, OD=Observación directa, E= Entrevista, Ex= Excretas, M= Madrigueras, Es= Escuchadas, H= Huella).*

De acuerdo con los resultados obtenidos, el SAR tuvo un total de 81 especies que se distribuyen de la siguiente manera: los mamíferos están representados por 19%, las aves que son el grupo más numeroso representan un 58%, los reptiles con un 16 % y el grupo de los anfibios cuenta con 7% (Figura 4.21).

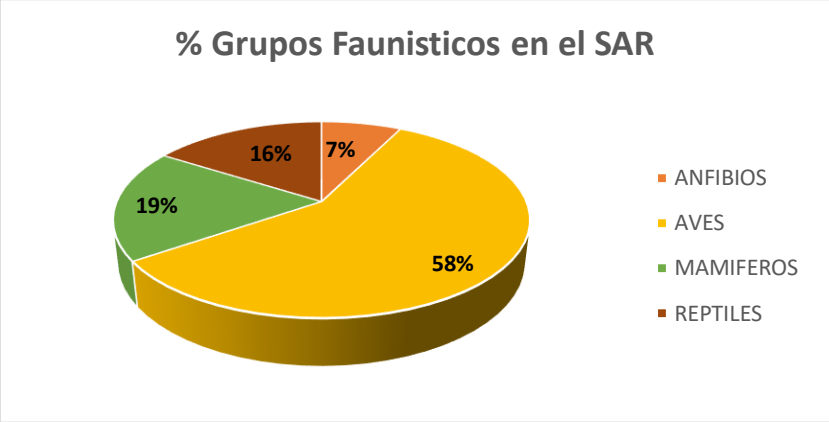


Figura 4.21. Porcentaje de los cuatro grupos de vertebrados terrestres presentes en el SAR.

El área del proyecto y el área de influencia se enlistaron un total de 57 especies, los mamíferos están representados por un 18%, las aves fueron el grupo más numeroso y representan un 61%, el grupo de los anfibios cuenta con 7%, los reptiles con un 14% (Figura 4.22).

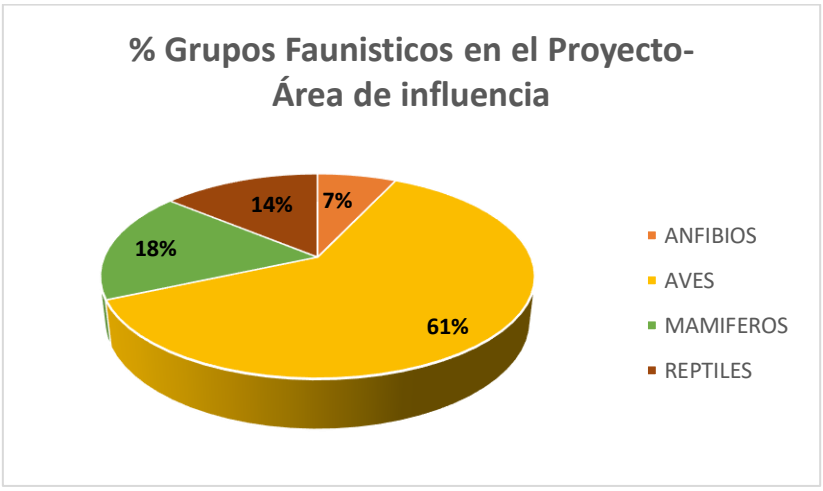


Figura 4.22. Porcentaje de los cuatro grupos de vertebrados terrestres presentes en el área del proyecto y área de influencia.

Especies de fauna



Haemorhous mexicanus



Passerina caerulea



Campylorhynchus jocosus



Spinus psaltria



Melozone albicollis



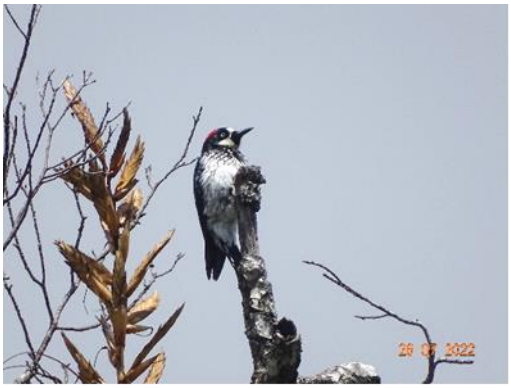
Zenaida asiatica



Volatinia jacarina



Columbina inca



Melanerpes formicivorus



Pyrocephalus rubinus



Spinus notatus



Ptiliogonys cinereus



Lithobates spectabilis



Sceloporus aureolus



Sceloporus torquatus



Sceloporus mucronatus



Excreta de *Urocyon cinereoargenteus*



Bassariscus astutus

Análisis Ecológico

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Para el caso de los anfibios, se tiene una riqueza de 6 especies, con una abundancia de 11 individuos registrados. La abundancia relativa el 50% pertenece a las especies Común, 33% pertenece a la especie Medianamente común y el 17% Abundancia (Figura 4.23). El valor del Índice de diversidad de Shannon es H'= 1.868, por lo que la diversidad puede considerarse de baja a media y la equidad estimada es de J= 1.043; por lo que se puede inferir que tiende a la equidad de especies; para el caso del índice de

dominancia de Simpson D´= 0.293 puede apreciarse que es bajo, infiriendo en que no existen especies dominantes y una alta diversidad, es decir, a medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, en este caso, el índice es bajo por lo que la diversidad es alta (Tabla 4.57).

Tabla 4.57. Índice de diversidad por especie de anfibios dentro del SAR.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	2	0.182	0.310	0.033	14.634
2	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	2	0.182	0.310	0.033	14.634
3	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	2	0.182	0.310	0.033	14.634
4	*Rheohyla miotympanum*	Calates	1	0.091	0.218	0.008	7.317
5	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada	3	0.273	0.354	0.074	21.951
6	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	1	0.333	0.366	0.111	26.829
TOTAL			**11**	**1**	**1.868**	**0.293**	**100.000**

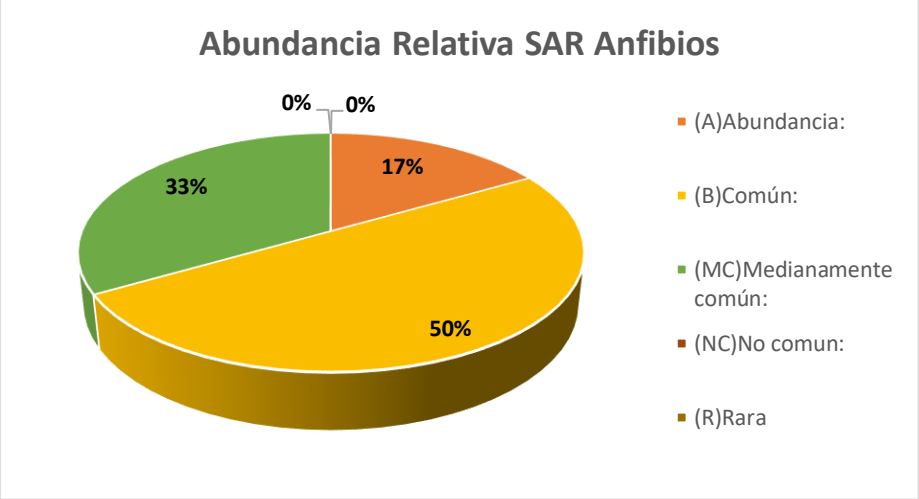


Figura 4.23. Abundancia relativa de Anfibios en el SAR, utilizando la propuesta de Pettingill.

El grupo de reptiles presenta una riqueza de 13 especies, con una abundancia absoluta de 33 individuos. En la abundancia relativa el mayor porcentaje de este grupo es de 61% y perteneciente al rango de especies No común, seguido del 23 % Medianamente común y 8% Abundancia y Común (Figura 4.24). Respecto al índice de diversidad para el grupo de reptiles se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=2.283, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es media, acercándose a baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= 0.129, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitabilidad es de J= 0.890

el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme (Tabla 4.58).

Tabla 4.58. Índice de diversidad por especie de reptiles dentro del SAR.

CLASE REPTILIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	2	0.061	0.170	0.004	6.061
2	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	1	0.030	0.106	0.001	3.030
3	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0.030	0.106	0.001	3.030
4	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla	2	0.061	0.170	0.004	6.061
5	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	1	0.030	0.106	0.001	3.030
6	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	3	0.091	0.218	0.008	9.091
7	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	8	0.242	0.344	0.059	24.242
8	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	3	0.091	0.218	0.008	9.091
9	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	3	0.091	0.218	0.008	9.091
10	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa esmeralda norteña	6	0.182	0.310	0.033	18.182
11	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	1	0.030	0.106	0.001	3.030
12	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	1	0.030	0.106	0.001	3.030
13	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana	1	0.030	0.106	0.001	3.030
TOTAL			**33**	**1**	**2.283**	**0.129**	**100.000**

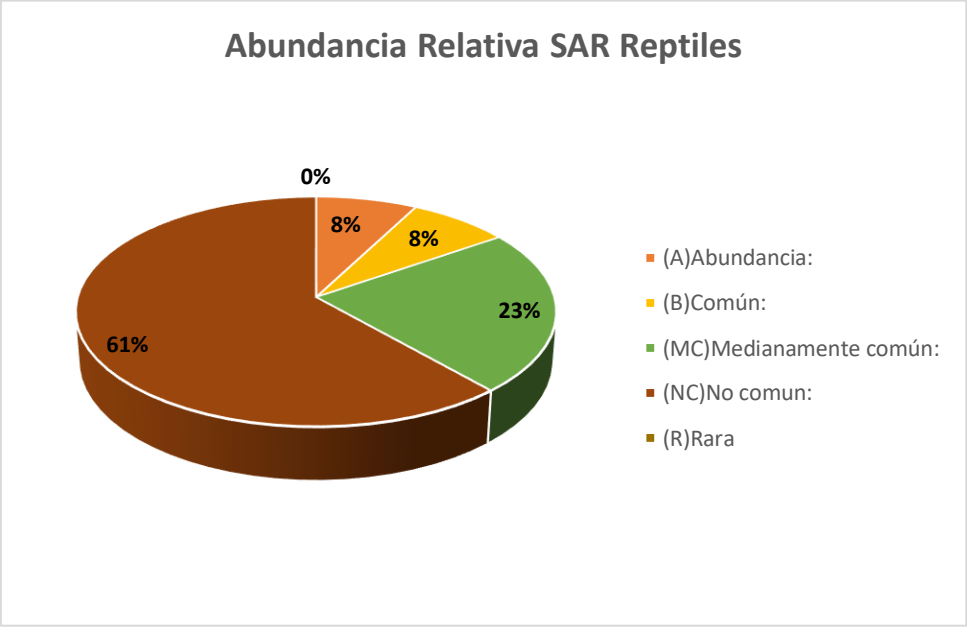


Figura 4.24. Abundancia relativa de Reptiles en el SAR utilizando la propuesta de Pettingill

El grupo de aves en el SAR presenta una riqueza de 47 especies, con una abundancia absoluta de 102 individuos. En la abundancia relativa el 51% de las especies pertenecen a las Medianamente común, 34% a las especies No común, 13% a Común y 2% Abundancia (Figura 4.25). El índice de diversidad para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=3.717, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad se encuentra en parámetros normales, en el índice de Simpson se obtuvo un valor de D´=0.027, indicando poca predominancia de especies. El índice de equitabilidad es de J=0.966 (Tabla 4.59).

Tabla 4.59. Índice de diversidad por especie de aves dentro del SAR.

CLASE AVES							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Buteo brachyurus*	Agulilla cola corta	1	0.010	0.045	0.000	0.980
2	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubi	1	0.010	0.045	0.000	0.980
3	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	4	0.039	0.127	0.002	3.922
4	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja	1	0.010	0.045	0.000	0.980
5	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	3	0.029	0.104	0.001	2.941
6	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	3	0.029	0.104	0.001	2.941
7	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	1	0.010	0.045	0.000	0.980
8	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	4	0.039	0.127	0.002	3.922
9	*Piranga flava*	Piranga encinera	2	0.020	0.077	0.000	1.961
10	*Piranga ludoviciana*	Tángara capucha roja	2	0.020	0.077	0.000	1.961
11	*Passerina cyanea*	Colorín azul	1	0.010	0.045	0.000	0.980
12	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	3	0.029	0.104	0.001	2.941
13	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	2	0.020	0.077	0.000	1.961
14	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	3	0.029	0.104	0.001	2.941
15	*Spinus notatus*	Jilguerito Encapuchado	2	0.020	0.077	0.000	1.961
16	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	2	0.020	0.077	0.000	1.961
17	*Icterus graduacauda*	Calandria Capucha Negra	3	0.029	0.104	0.001	2.941
18	*Icterus wagleri*	Bolsero de Wagler	1	0.010	0.045	0.000	0.980
19	*Icterus cucullatus*	Bolsero cuculado	1	0.010	0.045	0.000	0.980
20	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	1	0.010	0.045	0.000	0.980
21	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	3	0.029	0.104	0.001	2.941
22	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	2	0.020	0.077	0.000	1.961
23	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	2	0.020	0.077	0.000	1.961
24	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	2	0.020	0.077	0.000	1.961
25	*Melozone albicollis*	Rascador Oaxaqueño	6	0.059	0.167	0.003	5.882
26	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	3	0.029	0.104	0.001	2.941

27	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	1	0.010	0.045	0.000	0.980
28	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	2	0.020	0.077	0.000	1.961
29	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	2	0.020	0.077	0.000	1.961
30	*Passer domesticus*	Gorrión común	2	0.020	0.077	0.000	1.961
31	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	1	0.010	0.045	0.000	0.980
32	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	4	0.039	0.127	0.002	3.922
33	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	2	0.020	0.077	0.000	1.961
34	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	4	0.039	0.127	0.002	3.922
35	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	4	0.039	0.127	0.002	3.922
36	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	2	0.020	0.077	0.000	1.961
37	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	2	0.020	0.077	0.000	1.961
38	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	1	0.010	0.045	0.000	0.980
39	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	1	0.010	0.045	0.000	0.980
40	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	1	0.010	0.045	0.000	0.980
41	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	3	0.029	0.104	0.001	2.941
42	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	1	0.010	0.045	0.000	0.980
43	*Empidonax affinis*	Papamosca pinero	1	0.010	0.045	0.000	0.980
44	*Empidonax minimus*	Papamosca chico	2	0.020	0.077	0.000	1.961
45	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	2	0.020	0.077	0.000	1.961
46	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	4	0.039	0.127	0.002	3.922
47	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	1	0.010	0.045	0.000	0.980
TOTAL			**102**	**1**	**3.717**	**0.027**	**100.000**

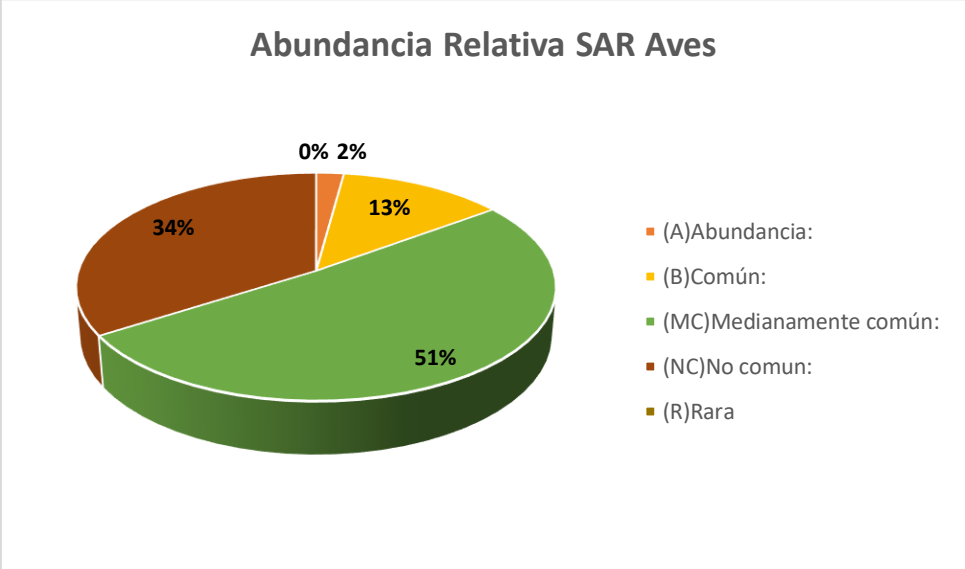


Figura 4.25. Abundancia relativa de aves en el SAR, utilizando la propuesta de Pettingill

El grupo de mamíferos presenta una riqueza de 15 especies, con una abundancia de 30 individuos registrados. En cuanto a la abundancia relativa de este grupo faunístico el 60% representa a las especies como No común, el 20 % pertenece al rango Medianamente Común, 13% a las Común y el 7% al rango de Abundancia (Figura 4.26). Considerando el índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad normal, al obtenerse un valor en este índice de H´=2.497. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= 0.098, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, por lo que la afectación al hábitat de estas especies no compromete su permanencia ecológica, mientras el índice de equitabilidad es de J= 0.966 el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme (Tabla 4.60).

Tabla 4.60. Índice de diversidad por especie de mamíferos dentro del SAR.

CLASE MAMMALIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1	0.033	0.113	0.001	3.333
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	1	0.033	0.113	0.001	3.333
3	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	4	0.133	0.269	0.018	13.333
4	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	1	0.033	0.113	0.001	3.333
5	*Leopardus pardalis*	Ocelote	1	0.033	0.113	0.001	3.333
6	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	1	0.033	0.113	0.001	3.333
7	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	1	0.033	0.113	0.001	3.333
8	*Nasua narica*	Tejón	1	0.033	0.113	0.001	3.333
9	*Procyon lotor*	Mapache	2	0.067	0.181	0.004	6.667
10	*Potos flavus*	Mico de noche	1	0.033	0.113	0.001	3.333
11	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	1	0.033	0.113	0.001	3.333
12	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	3	0.100	0.230	0.010	10.000
13	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	3	0.100	0.230	0.010	10.000
14	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	4	0.133	0.269	0.018	13.333
15	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	5	0.167	0.299	0.028	16.667
TOTAL			**30**	**1**	**2.497**	**0.098**	**100.000**

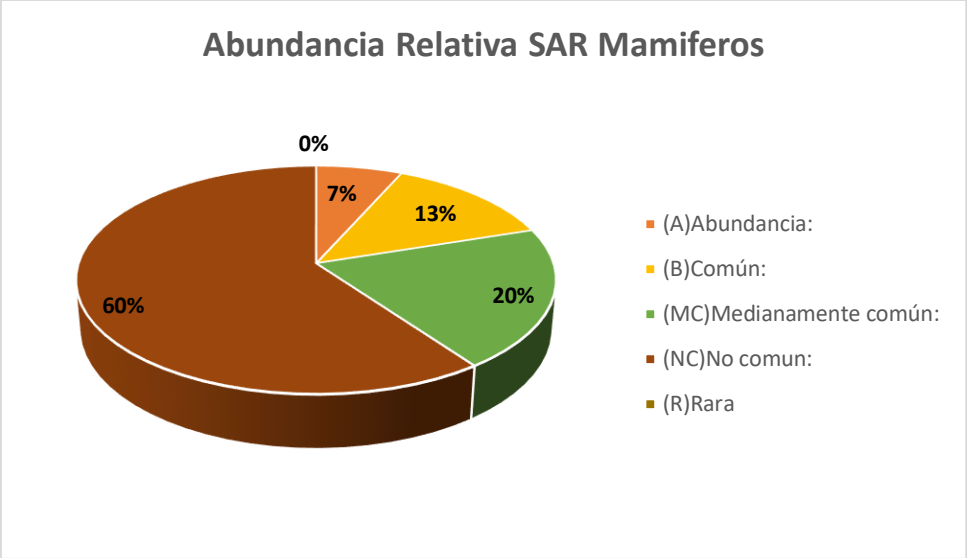


Figura 4.36. Abundancia relativa de Mamíferos en el SAR utilizando la propuesta de Pettingill

Área del proyecto y Área de influencia.

El grupo de Anfibios presenta una riqueza de 4 especies, con una abundancia absoluta de 8 individuos. En la abundancia relativa el mayor porcentaje de este grupo es de 50% perteneciente al rango de especies Común y el 25% al rango de Abundancia y Medianamente común (Figura 4.27). El índice de diversidad para el grupo de Anfibios tuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=1.949, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es media, acercándose a baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= 0.438, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitabilidad es de J= 1.406 el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme (Tabla 4.61).

Tabla 61. Índice de diversidad por especie de anfibios dentro del área del proyecto y área de influencia.

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	3	0.375	0.368	0.141	37.500
2	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	2	0.250	0.347	0.063	25.000
3	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	1	0.125	0.260	0.016	12.500
4	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada	2	0.250	0.974	0.219	25.000
TOTAL			**8**	**1**	**1.949**	**0.438**	**100.000**

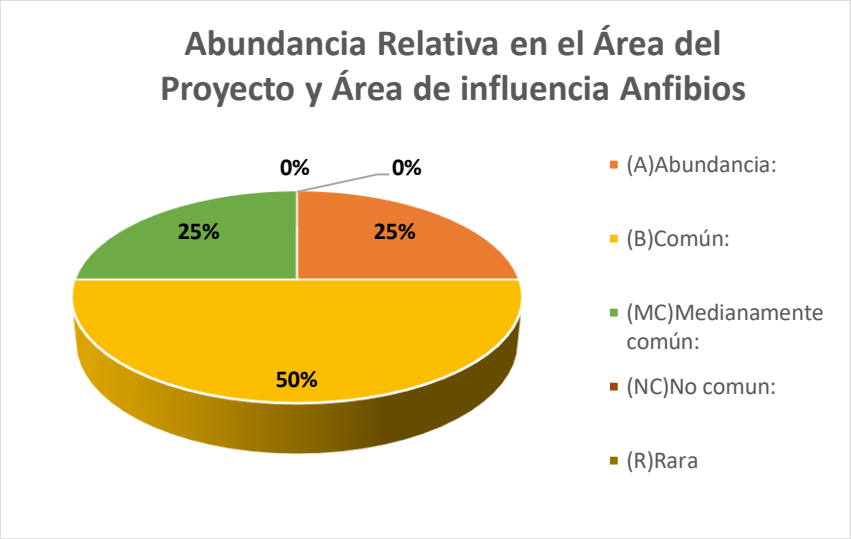


Figura 4.27. Abundancia relativa de Anfibios en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill.

El grupo de reptiles presenta una riqueza de 8 especies, con una abundancia absoluta de 19 individuos. En la abundancia relativa el mayor porcentaje de este grupo es de 50% perteneciente al rango de especies Medianamente Común, seguido del 38% perteneciente al rango de especies No común, y 12% Abundancia (Figura 4.28). Respecto al índice de diversidad para el grupo de reptiles se obtuvo un índice de ShannonWiener de H´= 1.886, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad es media, acercándose a baja. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= 0.180, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, mientras el índice de equitabilidad es de J= 0.907 el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme (Tabla 4.62).

Tabla 62. Índice de diversidad por especie de reptiles dentro del área del proyecto y área de influencia.

CLASE REPTILIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$\theta_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	1	0.053	0.155	0.003	5.263
2	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	1	0.053	0.155	0.003	5.263
3	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla	1	0.053	0.155	0.003	5.263
4	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	3	0.158	0.291	0.025	15.789
5	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	3	0.158	0.291	0.025	15.789
6	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	6	0.316	0.364	0.100	31.579
7	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	2	0.105	0.237	0.011	10.526
8	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	2	0.105	0.237	0.011	10.526
TOTAL			**19**	**1**	**1.886**	**0.180**	**100.000**

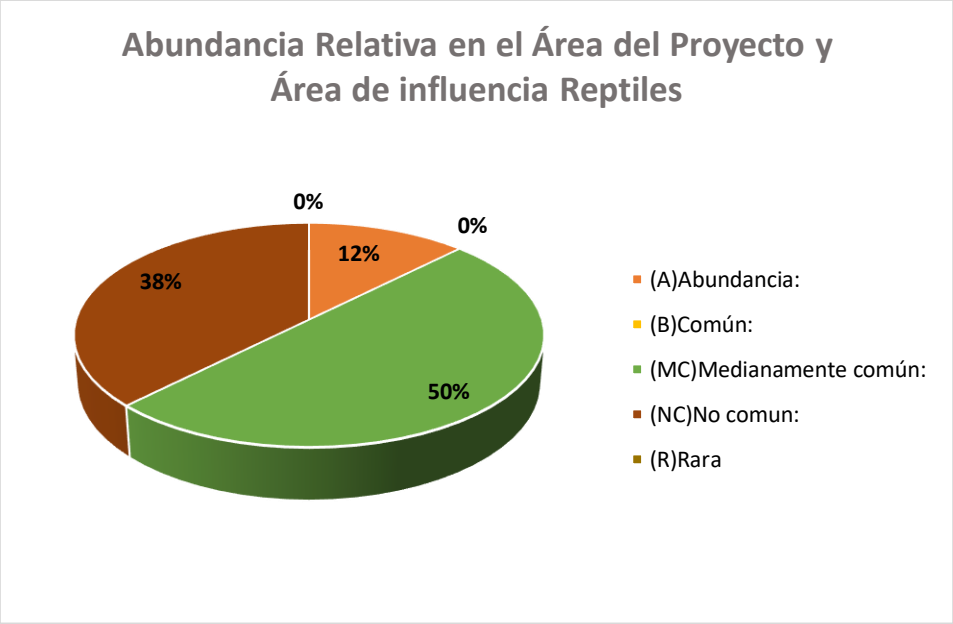


Figura 4.28. Abundancia relativa de Reptiles en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill.

El grupo de aves presenta una riqueza de 35 especies, con una abundancia absoluta de 80 individuos. En la abundancia relativa el 52% de las especies pertenecen a las Medianamente común, 34% No común, 11% Común y el 3% a Abundancia (Figura 4.29). El índice de diversidad para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de H´=3.420, el cual indica según la metodología empleada que la biodiversidad se encuentra en parámetros normales, en el índice de Simpson se obtuvo un valor de D´=0.037, indicando poca predominancia de especies. El índice de equitabilidad es de J=0.962 (Tabla 4.63).

Tabla 4.63. Índice de diversidad por especie de aves dentro del área del proyecto y área de influencia.

CLASE AVES							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{S} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{S} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Buteo brachyurus*	Agulilla cola corta	1	0.013	0.055	0.000	1.250
2	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubi	1	0.013	0.055	0.000	1.250
3	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	2	0.025	0.092	0.001	2.500
4	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja	1	0.013	0.055	0.000	1.250
5	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	3	0.038	0.123	0.001	3.750
6	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	3	0.038	0.123	0.001	3.750
7	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	1	0.013	0.055	0.000	1.250
8	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	3	0.038	0.123	0.001	3.750
9	*Piranga flava*	Piranga encinera	3	0.038	0.123	0.001	3.750
10	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	4	0.050	0.150	0.003	5.000
11	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	1	0.013	0.055	0.000	1.250
12	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	1	0.013	0.055	0.000	1.250

13	*Spinus notatus*	Jilguerito Encapuchado	2	0.025	0.092	0.001	2.500
14	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	2	0.025	0.092	0.001	2.500
15	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	2	0.025	0.092	0.001	2.500
16	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	3	0.038	0.123	0.001	3.750
17	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	2	0.025	0.092	0.001	2.500
18	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	2	0.025	0.092	0.001	2.500
19	*Melozone albicollis*	Rascador Oaxaqueño	4	0.050	0.150	0.003	5.000
20	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	3	0.038	0.123	0.001	3.750
21	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	1	0.013	0.055	0.000	1.250
22	*Passer domesticus*	Gorrión común	3	0.038	0.123	0.001	3.750
23	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	4	0.050	0.150	0.003	5.000
24	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	1	0.013	0.055	0.000	1.250
25	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas	3	0.038	0.123	0.001	3.750
26	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	3	0.038	0.123	0.001	3.750
27	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	1	0.013	0.055	0.000	1.250
28	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	3	0.038	0.123	0.001	3.750
29	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	1	0.013	0.055	0.000	1.250
30	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	2	0.025	0.092	0.001	2.500
31	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	2	0.025	0.092	0.001	2.500
32	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	4	0.050	0.150	0.003	5.000
33	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	1	0.013	0.055	0.000	1.250
34	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	1	0.013	0.055	0.000	1.250
35	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	6	0.075	0.194	0.006	7.500
TOTAL			**80**	**1**	**3.420**	**0.037**	**100.000**

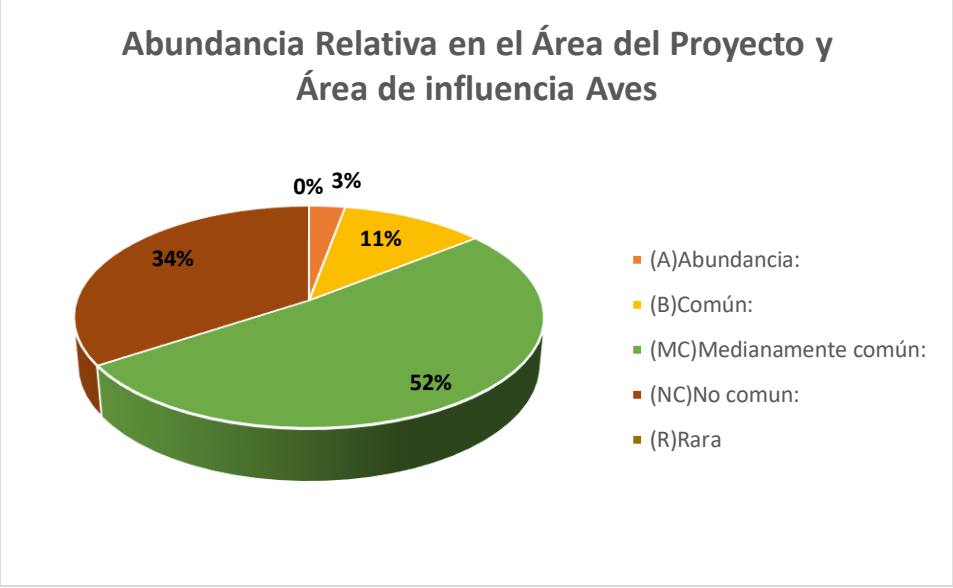


Figura 4.29. Abundancia relativa de Aves en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill.

El grupo de mamíferos presenta una riqueza de 10 especies, con una abundancia de 18 individuos registrados. La abundancia relativa de este grupo faunístico el 60% representa a las especies No común, seguido por el 30% a Medianamente común y el 10% al rango de Abundancia (Figura 4.30). Considerando el índice de Shannon- Wiener, se puede advertir una biodiversidad normal, al obtenerse un valor en este índice de H´=2.062. Con respecto al índice de Simpson, se obtuvo un valor de D´= 0.167, el cual indica una buena distribución de frecuencia de aparición de especies, por lo que la afectación al hábitat de estas especies no compromete su permanencia ecológica, mientras el índice de equitabilidad es de J= 0.896 el cual expresa que la proporción entre la diversidad observada y la diversidad esperada es uniforme (Tabla 4.64).

Tabla 4.64. Índice de diversidad por especie de mamíferos dentro del área del proyecto y área de influencia.

CLASE MAMMALIA							
No.	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ni**	$Pi = \frac{ni}{N}$	$H = \sum_{i=1}^{s} Pi\ lnPi$	$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	**Abundancia relativa**
1	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	1	0.056	0.161	0.003	5.556
2	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	6	0.333	0.366	0.111	33.333
3	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	2	0.111	0.244	0.012	11.111
4	*Nasua narica*	Tejón	1	0.056	0.161	0.003	5.556
5	*Procyon lotor*	Mapache	2	0.111	0.244	0.012	11.111
6	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	1	0.056	0.161	0.003	5.556
7	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	1	0.056	0.161	0.003	5.556
8	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	1	0.056	0.161	0.003	5.556
9	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	2	0.111	0.244	0.012	11.111
10	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1	0.056	0.161	0.003	5.556
TOTAL			**18**	**1**	**2.062**	**0.167**	**100.000**

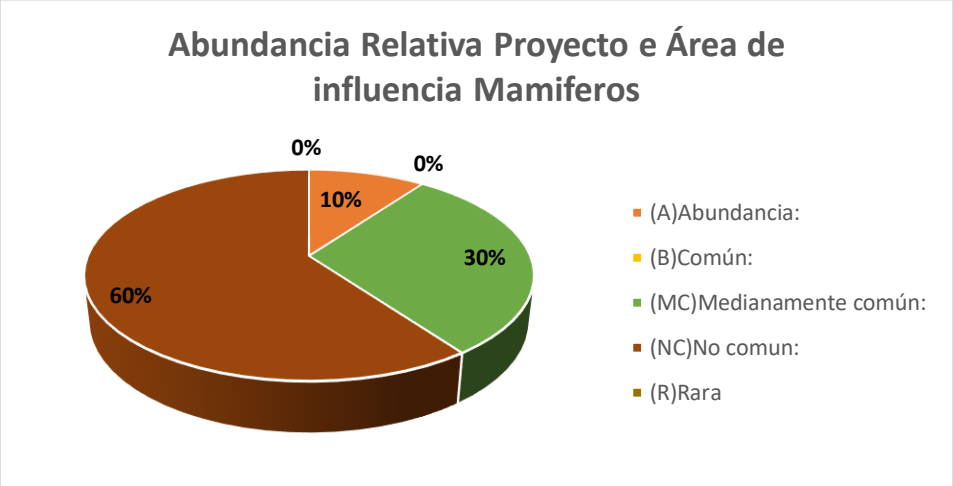


Figura 4.30. Abundancia relativa de Mamíferos en las áreas del proyecto e influencia utilizando la propuesta de Pettingill.

Por otro lado, se realizó una búsqueda de especies por distribución en la Conabio con el fin de tener un listado de especies en el SAR del proyecto.

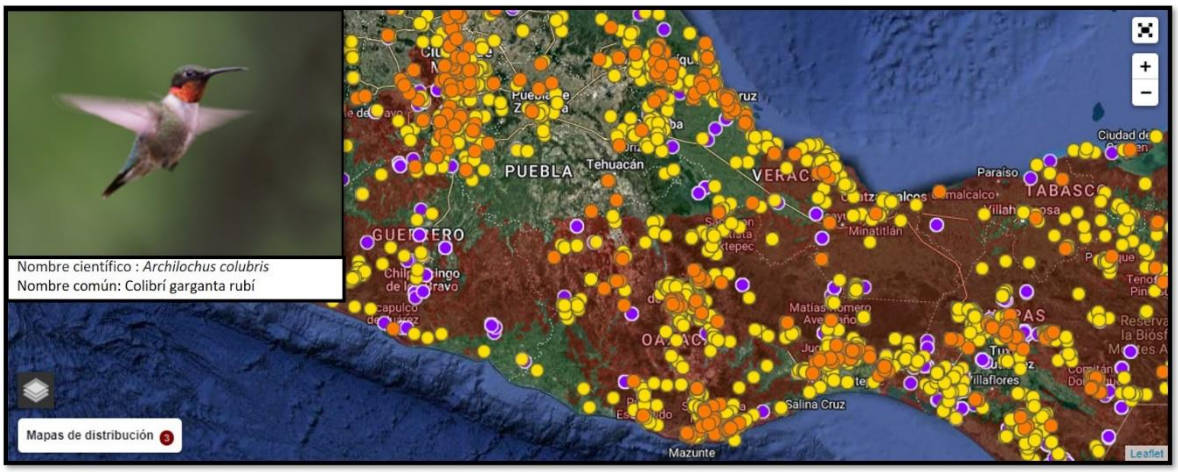


Figura 4.31. Mapa de distribución de Archilochus colubris en México.

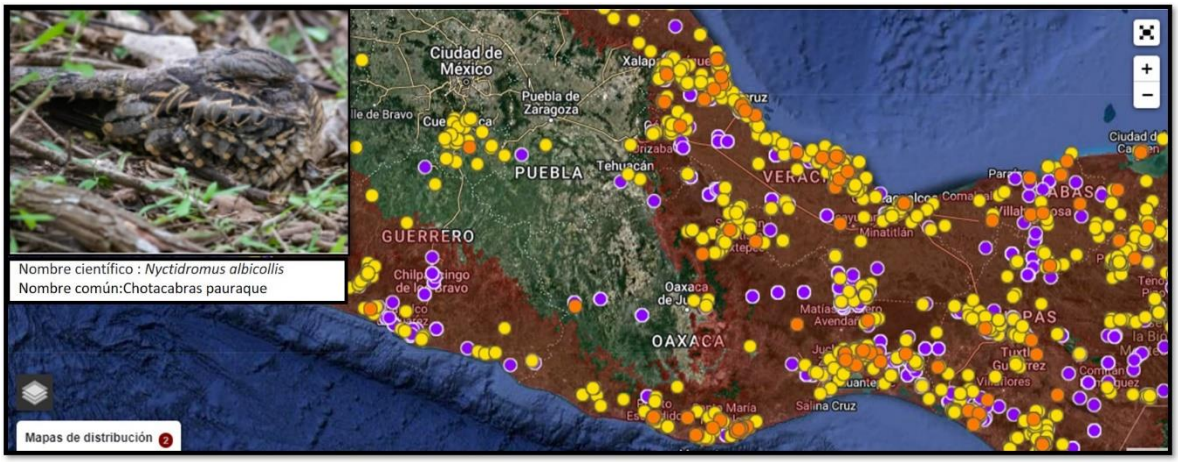


Figura 4.32. Mapa de distribución de Nyctidromus albicolis en México.

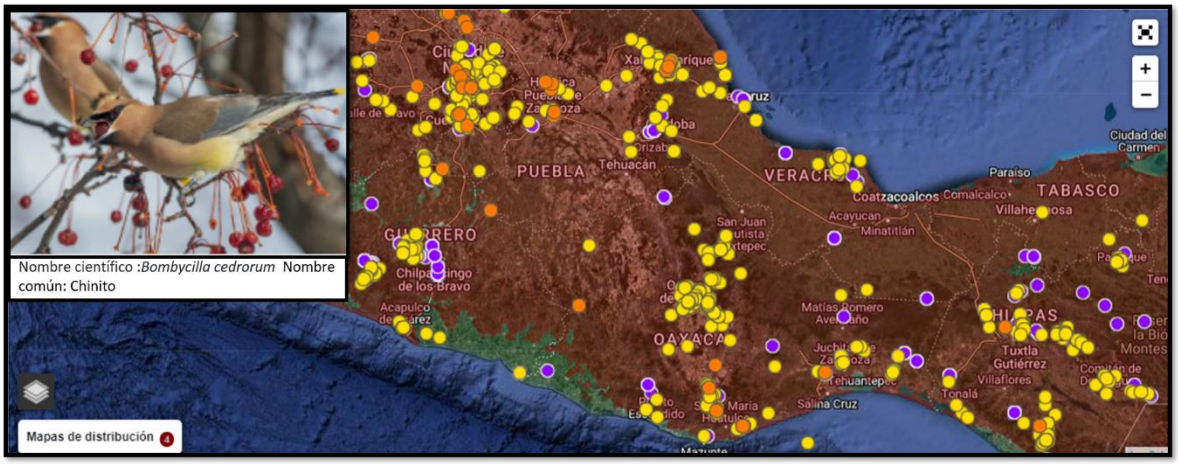


Figura 4.33. Mapa de distribución de Bombycilla cedrorum en México.

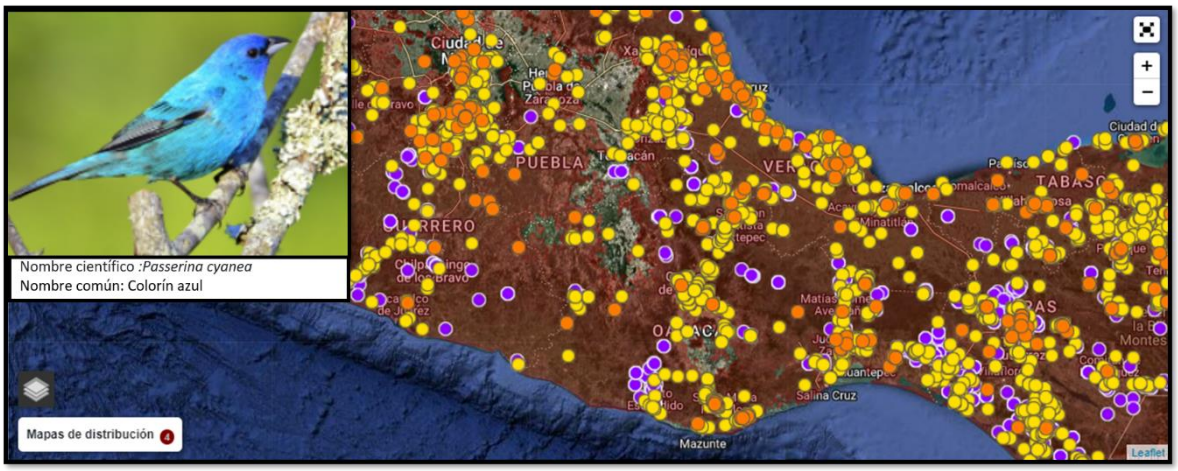


Figura 4.34. Mapa de distribución de Passerina cyanea en México.

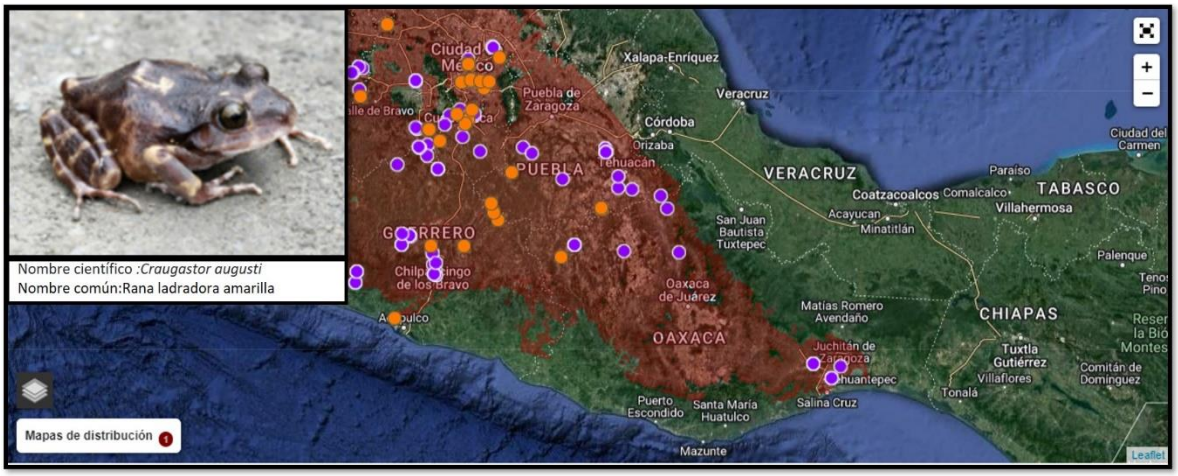


Figura 4.35. Mapa de distribución de Craugastor augusti en México.

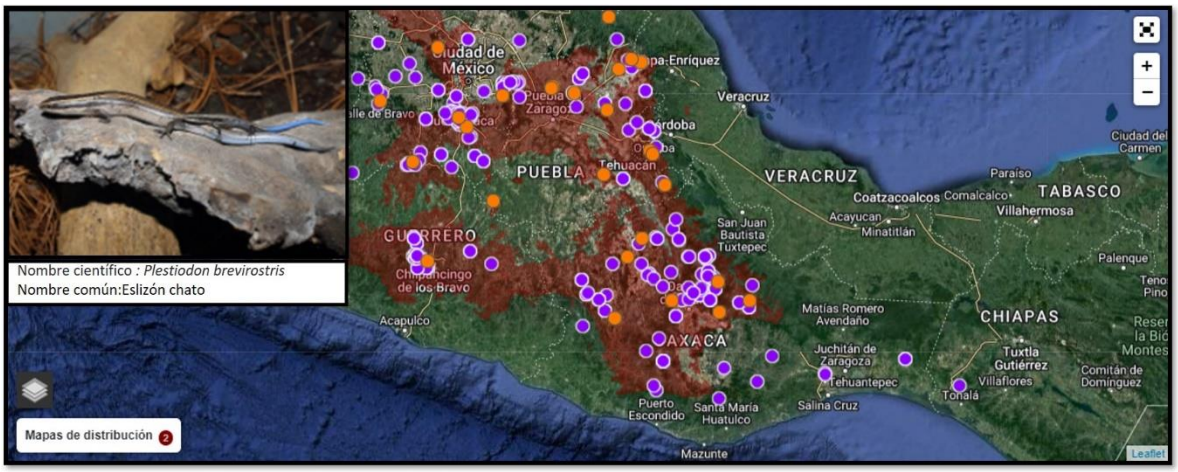


Figura 4.36. Mapa de distribución de Plestiodon brevirostris en México.

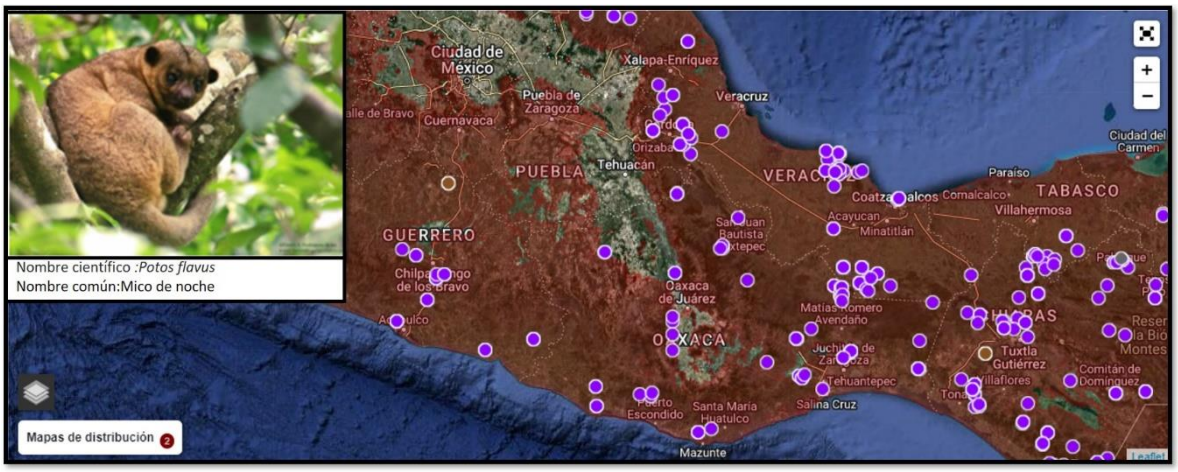


Figura 4.37. Mapa de distribución de Potos flavus en México.

En la tabla 4.65 se presentan los resultados del listado faunístico en el SAR.

Tabla 4.65. Listado faunístico en el SAR conforme a la distribución de especies (fuente CONABIO y naturalista).

CLASE AMPHYBIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo	E	SS	D
2	Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	NE	SS	D
3	Anura	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	NE	SS	D
4	Anura	Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	E	SS	D
5	Anura	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón	NE	SS	D
6	Anura	Hylidae	*Rheohyla miotympanum*	Calates	E	SS	D
7	Anura	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	E	SS	D
CLASE REPTILIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Squamata	Colubridae	Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	NE	SS	D
2	Squamata	Colubridae	Drymobius margaritiferus	Culebra corredora	NE	SS	D
3	Squamata	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	NE	SS	D
4	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra bejuquilla	NE	SS	D
5	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	E	SS	D
6	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa esmeralda norteña	E	SS	D
7	Squamata	Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón chato	E	SS	D
8	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	NE	SS	D
9	Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	E	SS	D

10	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana	E	PR	D
CLASE AVES							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Agulilla cola corta	NE	SS	D
2	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubi	NE	SS	D
3	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	NE	SS	D
4	Apodiformes	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo	NE	SS	D
5	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	NE	SS	D
6	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	NE	SS	D
7	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura cabecirroja	NE	SS	D
8	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	NE	SS	D
9	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	NE	SS	D
10	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero	NE	SS	D
11	Passeriformes	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	NE	SS	D
12	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga encinera	NE	SS	D
13	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Tángara capucha roja	NE	SS	D
14	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	NE	SS	D
15	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	NE	SS	D
16	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	NE	SS	D
17	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	NE	SS	D
18	Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Calandria Capucha Negra	NE	SS	D
19	Passeriformes	Icteridae	*Icterus wagleri*	Bolsero de Wagler	NE	SS	D
20	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero cuculado	NE	SS	D
21	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	NE	SS	D
22	Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	NE	SS	D
23	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	NE	SS	D
24	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	NE	SS	D
25	Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	NE	SS	D
26	Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	NE	SS	D
27	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	NE	SS	D
28	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	NE	SS	D
29	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	NE	SS	D
30	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	NE	SS	D
31	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	NE	SS	D
32	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	E	SS	D
33	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas tirano	NE	SS	D
34	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	NE	SS	D
35	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas copeton	NE	SS	D
36	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	NE	SS	D

37	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibu	NE	SS	D
38	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax affinis*	Papamosca pinero	NE	SS	D
39	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamosca chico	NE	SS	D
40	Piciformes	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	E	SS	D
CLASE MAMMALIA							
No.	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Endemismo**	**Nom-059-Semarnat-2010**	**Registro**
1	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	NE	SS	D
2	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	NE	SS	D
3	Carvivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	NE	SS	D
4	Carvivora	Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	NE	P	D
5	Carvivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	NE	P	D
6	Carvivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	NE	SS	D
7	Carvivora	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	NE	SS	D
8	Carvivora	Mustelidae	*Nasua narica*	Tejón	NE	SS	D
9	Carvivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	NE	SS	D
10	Carvivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Mico de noche	NE	PR	D
11	Carvivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NE	SS	D
12	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago Frutero	NE	SS	D
13	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	NE	SS	D
14	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	NE	SS	D
15	Didelphimorphia	Didelphidae	*Philander opossum*	Tlacuache cuatrojos gris	NE	SS	D
16	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	E	SS	D
17	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	NE	SS	D

Categoría de riesgo en la legislación mexicana vigente (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) (Pr sujeta a protección especial, A amenazada, P en peligro de extinción, SS Sin categoría) Endemismo (E endémica y NE no endémica) Registro (D: Distribución).

IV.2.1.3 Medio socioeconómico

IV.2.1.3. A San Jerónimo Sosola

Se encuentra conformado por 32 localidades rurales, estas localidades están registradas en el INEGI (Figura 4.38).

Cuadro I.- LOCALIDADES DE SAN JERÓNIMO SOSOLA							
1.-	San Jerónimo Sosola	9.-	Santa Lucía Sosola	18.-	La Cienega	27-	Tunillada
2.-	Minas Llano Verde	10.-	Santa María Tejotepec	19.-	Chavio	33.-	Buenavista Yucundado
3.-	Ojo de Agua	11.-	San José Sosola	21.-	El Moral	35.-	El Calvario
4.-	El Parian	12.-	Cieneguilla	22.-	Nopalera	36.-	Caña de Rosa
5.-	El Progreso	13.-	Cruz de Piedra	23.-	Ojo de Agua	37.-	Cañada de Maguey
6.-	Río Florido	14.-	Río de Ocote	24.-	Peña de Aguila	38.-	El Venado
7.-	San Juan Sosola	15.-	Santa María Yolotepec	25.-	Pueblo Viejo	39.-	Río Grande
8.-	San Mateo Sosola	16.-	Siete Cabrillas	26.-	La Rosa	40.-	Yucundete

Figura 4.38. Localidades de San Jerónimo Sosola.

De acuerdo con el censo del 2020 se tiene un registro de 2730 personas. El comportamiento de la evolución demográfica es decreciente, es decir, en lugar de mostrar un crecimiento de la población, ésta va disminuyendo con el paso de los años. La capacidad de mantener e incrementar a la población en sus comunidades de origen cada vez se vuelve más difícil, ante la falta de actividades económica y productivas que generen ingresos familiares, lo cual obliga a que no sólo los jóvenes y adultos en edad productiva a abandonar sus comunidades, sino también la salida de familias completas.

Hogares y vivienda

El tamaño promedio de los hogares es de 3 a 4 integrantes, según cifras del censo del 2010 realizado por el INEGI. Del total de hogares contabilizados en el municipio de San Jerónimo Sosola, 527 son integrados con jefatura masculina y 196 con jefatura femenina.

Educación

El municipio cuenta con los niveles educativos escolares: básico y medio superior. Compuesto por Jardín de Niños, Primaria, Secundaria y Bachillerato, aunado a ellas se encuentran funcionando escuelas incorporadas al CONAFE, con atención a Jardín de Niños, Primaria y Secundaria.

El número de escuelas a nivel preescolar es de 6, 10 a nivel primaria, 6 de nivel secundaria 6 y 1 a nivel bachillerato. Cabe mencionar que la falta de infraestructura educativa fomenta e incrementa la salida de los jóvenes de sus comunidades, ya que, al no contar con planteles educativos de nivel medio superior, se ven obligados a salir de la comunidad para continuar sus estudios, muchos de ellos ya no regresan a sus comunidades.

Unidades médicas

Los servicios de salud en el municipio son proporcionados por:

- 3 clínicas de Salud pertenecientes a S.S.A
- 9 casas de Salud

Migración

La falta de empleo y la baja rentabilidad de la producción agrícola han sido las causas principales de la migración de jóvenes y adultos jóvenes de la comunidad. La migración que se presenta en el municipio es definitiva y se va la familia completa, llevándose consigo a la pareja e hijos, en búsqueda de un ingreso mayor ingreso familiar. Éstos sólo regresan a su comunidad durante las fiestas patronales o vacaciones. La mayoría de las personas que han salido se encuentran en La Ciudad de México, la Ciudad de Oaxaca o Nochixtlan.

Problemática Ambiental

De acuerdo con el plan municipal de desarrollo del municipio de San Jerónimo, se tiene que los principales factores que han impactado en la modificación de los ecosistemas son:

- **Deforestación y cambio de uso de suelo (agricultura).** La deforestación que se presenta en algunas partes del municipio es notoriamente clara, en San Mateo Sosola, San José Sosola y Santa Lucía Sosola, las consecuencias se han reflejado en la disminución de bosques y en los mantos freáticos. Así también como la pérdida de fauna y flora nativa de la región.
- **Utilización de fertilizantes químicos.** Con la aplicación de químicos en las tierras agrícolas, no sólo erosiona y contamina el suelo, sino también el ambiente. La falta de capacitación de los productores ha provocado la utilización de fertilizantes inadecuadamente, resultando con ello la baja productividad de los suelos. Aproximadamente el 40% del suelo en San Jerónimo Sosola, presenta erosión, convirtiendose en un problema que afecta la recuperación de los recursos naturales.

El tema de la contaminación debe retomarse desde el aprovechamiento sustentable y eficiente de los recursos naturales, sobre todo retomar aquellas actividades potenciales que se encuentran dentro del territorio municipal. Desarrollar proyectos ecoturísticos en la zona de Santa María Yolotepec, Santa María Tejotepec y Cieneguilla que cuentan con bosques y pinturas rupestres, se convertiría en un detonante de la economía local, permitiendo la conservación de los recursos naturales. Por su parte la zona de El Parían – San Juan Sosola, cuentan con zonas históricas y culturales, por ejemplo, el surgimiento de la cultura mixteca.



Fotografías 4.21. Terrenos de cultivo en la localidad de San Jerónimo Sosola.

IV.2.1.3. B Santiago Nacaltepec

De acuerdo con el conteo realizado en el 2015, el municipio de Santiago Nacaltepec tiene una población total de 1,785 que representa menos del 0.1% de la población estatal. De la población total, el 47.2% está conformada por hombres y el 52.8% por mujeres, de los cuales la mitad de la población tienen una edad de 39 años o menos.

En la disponibilidad de servicios en la vivienda, el municipio se enfrenta con dificultades para proporcionar agua a todos sus habitantes, pues no cuentan con las redes de agua necesarias, y por consiguiente hasta el 2015 únicamente el 1.5% de las viviendas contaban con agua entubada. En cuanto al drenaje, de acuerdo con el Panorama Sociodemográfico de Oaxaca 2015, sólo el 26.8% de la población tiene acceso al drenaje y gran parte de la población cuenta con fosas sépticas o letrinas.

Hogares y vivienda

De las 605 viviendas particulares habitadas, 70 cuentan con piso de tierra, es decir, el 11.57% y 377 están construidas con techos de lámina metálica, asbesto, fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil; en cuanto a los materiales en paredes el 56.03 % son de madera o adobe.



Fotografías 4.22. Tipo de vivienda presentes en el municipio de Santiago Nacaltepec.

Educación

La comunidad cuenta con escuelas de nivel preescolar, primaria y secundaria**,** así como un Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, el cual se encuentra ubicado en la cabecera municipal.

Unidades médicas

En la cabecera municipal se cuenta con una Unidad Médica Rural, también en su Agencia Municipal: San Juan Tonaltepec se cuenta con unidades médicas y centro de salud.

Economía

El sector primario (53.51%) de la población se dedica principalmente a actividades agrícolas y ganaderas. De acuerdo con la encuesta intercensal del 2015, el 70.40% son hombres y el 2.42% son mujeres que se dedican a realizar estas actividades de producción. Caso contrario en el sector secundario, el 57.26% de las mujeres realizan actividades de transformación de la materia prima. El comercio ocupa un porcentaje bajo a comparación de otros sectores, pues de 499 personas solo el 2.61% lo tienen como fuente de trabajo.

IV.2.1.4 Aceptación del proyecto

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental (MIA) constituyen una herramienta útil para identificar impactos positivos o negativos, esencialmente hacia la naturaleza y sus ecosistemas. No obstante, no se puede dejar a un lado a las comunidades afectadas o beneficiadas por obras y/o actividades derivadas de los proyectos o acciones sujetas a la evaluación de impacto ambiental.

Como parte de la elaboración de la MIA, se deben estudiar los efectos tanto positivos como negativos derivados de las obras incluyendo a los que impactan al medio socioeconómico de las personas, aun cuando las fronteras socioeconómicas resultan más complejas dado el sincretismo religioso y cultural de muchas comunidades. Un mecanismo de inclusión y participación es a través de la consulta pública, que tiene el fin de proteger sus territorios, patrimonio y sus recursos naturales.

En el entendido de que la consulta pública, es un esquema que busca la representatividad de las comunidades, usuarios y beneficiarios de diversos proyectos. La normativa de estado mexicano establece que, es obligación de las autoridades consultar a las comunidades y pueblos indígenas sobre la decisión respecto a la aprobación o realización de un proyecto, medida o actividad que pueda tener como consecuencia afectaciones a su forma de vida, es decir, tienen libertad para elegir su propio destino, prioridades y formas de desarrollo económico, social y cultural. Por lo que, la participación ciudadana es clave para emitir sus observaciones, opiniones, puntos de vista y comentarios relacionados con el impacto que pueden generar los proyectos de desarrollo local o regional de acuerdo con su experiencia o consideración.

Otro aspecto que busca la consulta pública es la socialización de los proyectos, para que la comunidad se convierta en guía y observador de los procesos o actividades del proyecto y pueda participar en la toma de decisiones, por lo mismo, el proceso de participación debe ser libre, previo e informado. En este sentido el presente documento tiene como objetivo dar a conocer mediante la consulta pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto denominado: "E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al Km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca". Para que los usuarios estén al tanto de la obra de construcción, el tiempo aproximado que se llevaran y las posibles dificultades de movilidad que este traería consigo.

- El objetivo general de la consulta pública es someter a consideración a las comunidades aledañas al proyecto, el proyecto de construcción "C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al Km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca".

Objetivos específicos

- Recopilar las diferentes opiniones de la población de las comunidades sobre el proyecto de construcción del camino.
- Identificar los posibles impactos y/o beneficios económicos, sociales y ambientales considerados por la comunidad.
- Contar con los criterios y elementos sociales para fundamentar la propuesta, de manera que los habitantes se sumen al proceso de planeación, ejecución y seguimiento del proyecto.

Proceso de consulta pública

Para el presente proyecto la socialización y vinculación con los habitantes de las comunidades San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec fue posible, ya que el proyecto responde a una necesidad de la

comunidad para poder comunicarse vía terrestre con otras localidades del mismo municipio y del estado de Oaxaca, que dadas las condiciones del camino de terracería y la temporada de lluvias casi es imposible transitarlas. Por lo que se parte de los asuntos e intereses de la comunidad, que consiste en vincular a la sociedad en el proceso de planeación y ejecución de los proyectos o en un sentido más amplio, del desarrollo comunitario, al compartir una situación determinada, de intereses, expectativas y demandas comunes que están en capacidad de traducirlas en formas de actuación colectiva (Gómez L., & Suárez R., 2008). Es decir, que la participación ciudadana durante la consulta pública fue posible por la socialización de la información que resultó ser uno de los instrumentos operativos más relevantes.

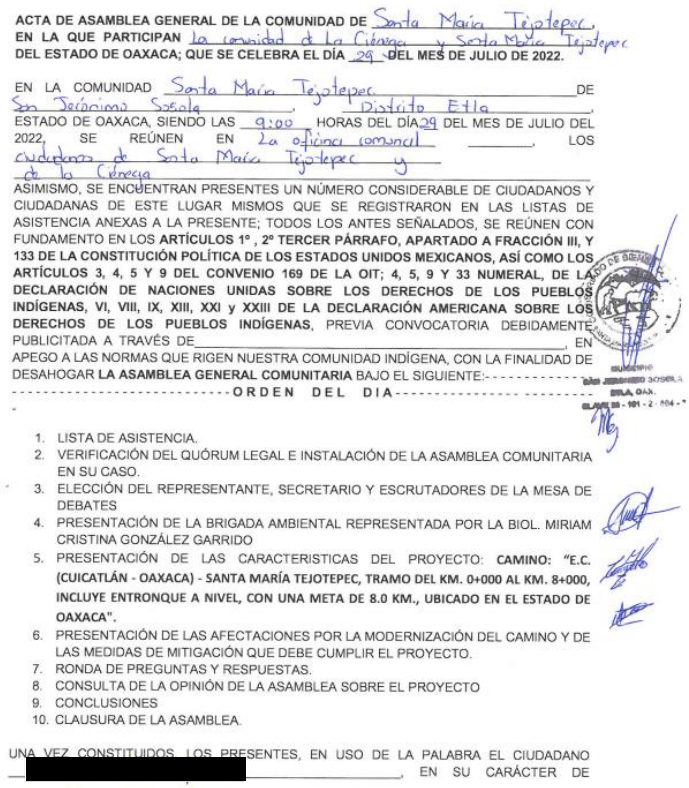
Durante la consulta pública se tomaron en cuenta para la socialización y gestión social del proyecto los siguientes elementos:

- Uso actual del camino y sus dificultades para trasladarse como los tiempos de recorrido y durante la temporada de lluvias
- Factores socioeconómicos y demográficos
- Ubicación y límites geográficos, actividades económicas principalmente agricultura de riego y de temporal.
- Prácticas y expectativas sociales respecto al mejoramiento y ampliación del camino: intereses colectivos, patrones de comunicación y organización.
- Colaboración de los habitantes desde su experiencia para la localización e identificación de especies florísticas y faunísticas.

Para cumplir con este objetivo se convocó a una reunión con las comunidades de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec presidida por actores clave como representantes autoridades locales y municipales. Se dio a conocer las características del proyecto y sus alcances, de tal manera, que la comunidad cuente con la información suficiente y clara para que se integre al proyecto y pueda dar seguimiento de este, y en otros casos se pueda emplear temporalmente, así como brindar servicios de hospedaje y alimentación.

La identificación de impactos sociales del proyecto se realizó bajo un enfoque participativo útil para la caracterización, predicción y valoración de los posibles impactos, así como en las medidas para mitigarlos y prevenirlos. Este enfoque participativo permitió que se propiciara el involucramiento y participación de los asistentes, en los aspectos que pueden llegar a afectar su forma de vida, entre los que se mencionaron fueron: el cierres del camino principalmente durante el periodo de lluvias y los riesgos a los que se exponen, la necesidad de tener mejores accesos para poder comercializar sus productos agrícolas, acceder a otros servicios (médicos, recreativos y comerciales) y poder reducir los tiempos de traslado, concluyendo que es necesario coordinarse con las autoridades para dar seguimiento al proyecto y a las medidas de mitigación propuestas en la MIA.

Con un aforo de 30 asistentes, que firmaron en el formato de lista de asistencia de los asambleístas presentes y 4 integrantes de la mesa de debates que se integró para el desarrollo de la reunión como consta en el acta de asamblea general, firmada al calce para dar fe de lo que aconteció y los acuerdos tomados. En las siguientes imágenes se muestra la dinámica de la reunión y el acta de asamblea que se levantó para dar validez a la reunión con la presencia de la comunidad (Fotografías 4.23 y 4.24).



ACTA DE ASAMBLEA GENERAL DE LA COMUNIDAD DE Santa María Tejotepec,
EN LA QUE PARTICIPAN la comunidad de La Ciénega y Santa María Tejotepec
DEL ESTADO DE OAXACA; QUE SE CELEBRA EL DÍA 29 **DEL MES DE JULIO DE 2022.**

EN LA COMUNIDAD Santa María Tejotepec DE San Jerónimo Sosola, Distrito Etla, ESTADO DE OAXACA, SIENDO LAS 9:00 HORAS DEL DÍA 29 DEL MES DE JULIO DEL 2022, SE REÚNEN EN La oficina comunal, LOS ciudadanos de Santa María Tejotepec y de la Ciénega

ASIMISMO, SE ENCUENTRAN PRESENTES UN NÚMERO CONSIDERABLE DE CIUDADANOS Y CIUDADANAS DE ESTE LUGAR MISMOS QUE SE REGISTRARON EN LAS LISTAS DE ASISTENCIA ANEXAS A LA PRESENTE; TODOS LOS ANTES SEÑALADOS, SE REÚNEN CON FUNDAMENTO EN LOS **ARTÍCULOS 1°, 2º TERCER PÁRRAFO, APARTADO A FRACCIÓN III, Y 133 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, ASÍ COMO LOS ARTÍCULOS 3, 4, 5 Y 9 DEL CONVENIO 169 DE LA OIT; 4, 5, 9 Y 33 NUMERAL, DE LA DECLARACIÓN DE NACIONES UNIDAS SOBRE LOS DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS, VI, VIII, IX, XIII, XXI y XXIII DE LA DECLARACIÓN AMERICANA SOBRE LOS DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS**, PREVIA CONVOCATORIA DEBIDAMENTE PUBLICITADA A TRAVÉS DE_____, EN APEGO A LAS NORMAS QUE RIGEN NUESTRA COMUNIDAD INDÍGENA, CON LA FINALIDAD DE DESAHOGAR **LA ASAMBLEA GENERAL COMUNITARIA** BAJO EL SIGUIENTE:----------

----------**ORDEN DEL DIA**----------

1. LISTA DE ASISTENCIA.
2. VERIFICACIÓN DEL QUÓRUM LEGAL E INSTALACIÓN DE LA ASAMBLEA COMUNITARIA EN SU CASO.
3. ELECCIÓN DEL REPRESENTANTE, SECRETARIO Y ESCRUTADORES DE LA MESA DE DEBATES
4. PRESENTACIÓN DE LA BRIGADA AMBIENTAL REPRESENTADA POR LA BIOL. MIRIAM CRISTINA GONZÁLEZ GARRIDO
5. PRESENTACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: **CAMINO: "E.C. (CUICATLÁN - OAXACA) - SANTA MARÍA TEJOTEPEC, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 8+000, INCLUYE ENTRONQUE A NIVEL, CON UNA META DE 8.0 KM., UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA".**
6. PRESENTACIÓN DE LAS AFECTACIONES POR LA MODERNIZACIÓN DEL CAMINO Y DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN QUE DEBE CUMPLIR EL PROYECTO.
7. RONDA DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS.
8. CONSULTA DE LA OPINIÓN DE LA ASAMBLEA SOBRE EL PROYECTO
9. CONCLUSIONES
10. CLAUSURA DE LA ASAMBLEA.

UNA VEZ CONSTITUIDOS LOS PRESENTES, EN USO DE LA PALABRA EL CIUDADANO [redacted], EN SU CARÁCTER DE

Fotografía 4.23. Acta de Asamblea General Informativa en las comunidades de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, Oaxaca.



Fotografías 4.24. Asamblea General Informativa en las comunidades de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec, Oaxaca.

IV.2.1.5 Paisaje

Calidad paisajista

El término paisaje tiene varias acepciones y su significado ha variado a través del tiempo. En su conceptualización más general, el paisaje se define como una porción de territorio con características propias, dando como resultado la interrelación de procesos naturales y antrópicos a lo largo del tiempo.

Asimismo, el vocablo hace referencia al modo en que las personas perciben el territorio, es decir, la capacidad de asimilación que tiene el paisaje en términos de percepción.

Calidad visual del entorno inmediato

Para evaluarlo en este estudio, se empleó la metodología del método indirecto del Bureau of Land Managament (BLM,1980), donde se toman los siguientes atributos paisajísticos (AP) para evaluar la calidad visual de algún sitio en específico (Tabla 4.66).

Tabla 4.66. Ponderación de los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management).

Componente	Definición	Puntuación
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado o prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionada o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante.	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	3
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, poco o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	5
	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cansadas) o láminas de agua en reposo.	5
	Agua en movimiento o reposo, pero no dominantes en el paisaje	3
	Ausente o inapreciable.	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	5
	Alguna variedad intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	3
	Poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región. Posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	5
	Característico, aunque similar a otras en la región	3
	Bastante común en la región	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	0

La calidad escénica global, se valorará sumando el resultado obtenido en la valoración individual de cada parámetro valorado. La calidad escénica global es (Tabla 4.67).

Tabla 4.67. Calidad escénica global

Clase	Calidad Escénica	Puntuación
Clase A	Alta calidad, áreas con rasgos singulares y sobresalientes	19-33

Clase B	Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales	12-18
Clase C	Baja calidad, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura	0-11

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AP) para las áreas del proyecto y de influencia se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información que se recabó durante los recorridos de campo. La aplicación del método origina la tabla 4.68.

Tabla 4.68. Atributo paisajístico

Componente	Atributo paisajístico	Puntuación
Morfología	Planicies y cañadas	3
Vegetación	Vegetación secundaria de bosque de encino, bosque de encino-pino y agricultura.	3
Agua	Escurrimientos intermitentes, pequeños cuerpos de agua superficiales cercanos.	3
Color	El color es estacional, en temporadas de lluvias el color verde predomina y en temporada de secas los tonos amarillos y cafés	3
Fondo escénico	Paisaje natural de planicies y cañadas	3
Rareza	Común en la región, cobertura media a nivel nacional.	3
Actuación humana	Áreas de cultivo y asentamiento humanos.	0
	TOTAL	**18**

El resultado nos arroja una puntuación de 18, que corresponde a la clase B, indica Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada.



Fotografías 4.25. Calidad visual del área del proyecto y área de influencia.

Con los mismos atributos se obtuvo la puntuación para el SAR, la cual se presenta en la tabla 4.69:

Tabla 4.69. Atributo paisajístico del SAR

Componente	Atributo paisajístico	Puntuación
Morfología	Planicies y cañadas	5
Vegetación	Vegetación secundaria de bosque de encino, bosque de encino-pino	3
Agua	Escurrimientos intermitentes, pequeños cuerpos de agua superficiales cercanos.	3
Color	El color es estacional, en temporadas de lluvias el color verde predomina y en temporada de secas los tonos amarillos y cafés	3
Fondo escénico	Paisaje natural de planicies y cañadas	5
Rareza	Común en la región, cobertura media a nivel nacional.	3
Actuación humana	Áreas de cultivo y asentamiento humanos.	0
	TOTAL	**22**

El resultado nos arroja una puntuación de 22, que corresponde a la clase A, indica Calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que también son comunes en la región estudiada.



Fotografías 4.26. Calidad visual del área del SAR.

IV.2.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Las condiciones ambientales están determinadas por la interacción y estado de los componentes ambientales, en los párrafos anteriores se describieron los factores abióticos y bióticos que caracterizan el sitio del proyecto y sus colindancias, por lo que en la tabla 4.70 se presenta un resumen de caracterización de los componentes que nos permiten realizar un diagnóstico ambiental.

Tabla 4.70. Valoración de los indicadores

Factor	Tipo	Características
Clima	**C(wo) Templado subhúmedo** **BS1(h') w Semiárido templado** **BSo(h') w Árido semicálido** **BS1kw Semiárido templado:**	Templado subhúmedo: Temperatura media anual entre 12° y 18° C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18° C y temperatura del mes más caliente bajo 22° C**.** En este clima se desarrolla la influencia directa del proyecto. Semiárido templado: Temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura 15% del mes más frío menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual. Este clima se desarrolla en el SAR. **Árido semicálido:** Temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más 58% frío menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual. Este clima se desarrolla en el SAR. **Semiárido templado:** Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, 37% temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
Aire	No se realizaron pruebas para determinar la calidad del aire ya que el proyecto corresponde a un camino rural sin presencia de industria cercana al trazo, por lo tanto, no existe concentración de emisiones de gases originados por fuentes móviles, ya que las generadas por lo vehículos en circulación son inmediatamente dispersadas por las corrientes de aire.	En las localidades cercanas al eje del proyecto es común la práctica de quemar los residuos, así como la práctica de roza y quema, donde el humo producto de la quema de los residuo son contaminantes dispersados por los vientos a las extensas áreas sin zona urbana alrededor.
Geología	**Ki (lu-ar):** Lutita -Arenisca del cretácico **Ti (ar-cg):** sedimentaria del Cenozoico, del tipo arenisca y conglomerado **Ti (cg):** sedimentaria del Cenozoico, tipo conglomerado **Pe (Gn):** Roca metamórfica con textura gnéisica	Las rocas consolidadas se les llama areniscas, mientras que las rocas con clastos sueltos se les llama directamente arenas. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande. Las rocas areniscas son todas las rocas sedimentarias detríticas que contienen al menos el 50% de granos del tamaño de arena, su textura es variable mineralógicamente se compone de cuarzo y feldespatos en conjunto con fragmentos de cualquier tipo de roca. Típicamente compuesta de capas alternas de colores oscuros y claros que varían en grosor de milímetros a metros.
Relieve	Provincia fisiográfica Sierra madre del Sur y la subprovincia Sierra orientales.	En el SAR se presentan sierras medias y sierra altas con pendientes moderadas a fuertes con gradientes altitudinales que van de los 700 a los 2400 msnm.El eje del proyecto se localiza entre 1960 y 2300 msnm.
Hidrología	Región hidrológica 28 (RH28) Río Papaloapan. Al SAR pertenece el acuífero de Cuicatlán	Las corrientes perennes del SAR son: Río Seco y A. Laguna Seca. El eje del proyecto no atraviesa corrientes de agua perenne ni intermitente. El acuífero Cuicatlán no está sobreexplotado, es decir tienen disponibilidad, a la fecha no se tienen estudios recientes de la calidad del agua del acuífero Cuicatlán.

Suelo	**(Re) Regosol eútrico** **(Rc) Regosol calcárico** **(I) Litosol** **(E) Rendzina**	De acuerdo con la Clasificación FAO-Unesco, 1989, el suelo donde se desarrolla el proyecto corresponde a regosoles, litosoles y rendzinas. En el eje del proyecto el suelo predominante es Regosol eútrico. El SAR presenta degradación por erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y en menor proporción degradación hídrica por deformación del terreno.
Vegetación	Los tipos de vegetación y uso de suelo presentes principalmente en el SAR son Selva baja caducifolia (SBC) con el 25.88%, Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino (VSA/BQ) con el 16.60%, Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja caducifolia (VSA/SBC) con el 16.12 %, Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino- Pino (VSA/BQP) con el 14.32 %, así como los usos de suelo de Agricultura de Temporal Anual (TA) con el 14.20 % y Pastizal inducido con el 4.58 %.	Actualmente el camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, Tramo del Km. 0+000 al Km. 8+009 se encuentra dentro de un ecosistema semi conservado por la presencia de áreas de vegetación arbórea de bosque de Pino - Encino de selva alta perennifolia VSa/SAP, en mayor proporción de áreas destinadas a la agricultura de temporal anual, vegetación ruderal arvense y asentamiento humanos. El área de afectación, es decir la superficie que se requiere para los trabajos de construcción del camino es 56,072.70 m^2, especificado en el capítulo 2. Se tiene que la ejecución de las obras proyectadas que se pretenden realizar requiere la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 23,097.29 m^2.
Fauna	Existen distintas especies de aves, mamíferos y herpetofauna.	En el SAR, área del proyecto y área de influencia se registraron especies de los cuatro grupos de vertebrados terrestre (anfibios, reptiles, mamíferos aves). Se reportó una diversidad de especies media a baja, encontrándose los índices entre valores normales. Se reportaron en el SAR especies en la NOM-059- Semarnat-2010: *Kinosternon integrum* (Tortuga pecho quebrado mexicana), *Leopardus pardalis (*Ocelote) *y Potos flavus* (Mico de noche).
Paisaje	Las unidades de paisajes delimitadas en el SAR, sierra baja y sierra alta.	Se pueden diferenciar paisajes semi conservados a conservados en las partes altas, es decir en la sierra alta hay sitios donde no se tendrá ninguna interacción con el proyecto, mientras que en la sierra baja donde se localiza el eje del camino a construir y modernizar ha ocurrido una extracción de especies arbóreas permitiendo la variedad de paisajes desde terrenos de cultivo (particularmente maíz) potreros para ganado y pastizales inducidos.
	Percepción de calidad paisajística	Desde la mayor parte de los puntos de observación ubicados a lo largo del trazo del proyecto se tiene visibilidad media, dado que la topoforma son sierra media con una media calidad escénica, en cambio en las topoforma de sierra alta del SAR se presenta calidad escénica alta otorgada por la belleza de los

		paisajes serranos con cimas y barrancas de vegetación conservada y formación de neblina.
Población	El eje del proyecto y el SAR pertenece a los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec.	Los municipios ofrecen a la población los siguientes servicios: agua entubada, alumbrado público, drenaje, seguridad pública; tiene un mercado, parques y jardines, y un panteón. También cuenta con instituciones educativas, acceso a transporte público regional y estatal, centros de salud y tianguis.
Economía	La economía de los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec gira en torno a la agricultura, ganadería e industria.	La economía de la región gira sobre todo en torno al sector primario: Actividades agrícolas, donde los principales cultivos son maíz, frijol, tomate, café y chile, seguido de la actividad ganadera: bovina, porcina y ovina. Se lleva actividades de apicultura, en algunas comunidades del municipio es recolectada la miel y cera de abejas.
Desarrollo social	De acuerdo con en el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2020 de la Secretaría del Bienestar, se menciona que los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec presentan medio grado de rezago social.	El 29.9% de la población del municipio de Santiago Nacaltepec viven en pobreza extrema, mientras que en el municipio de San Jerónimo Sosola el 20% de la población tiene pobreza extrema.

IV.2.2.1. Calidad del sistema ambiental

La metodología empleada para poder establecer la calidad del sistema ambiental se basa en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), metodología descrita para determinar las Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas del país.

Se utilizó esta metodología ya que resulta ser integral por involucrar tanto la situación ambiental actual, así como los procesos de deterioro que han ocurrido en determinada región. Esta metodología se basa en la asignación de un peso cualitativo (criterio), así como uno cuantitativo (valor) a características ambientales, económicas y de riesgo identificadas en la región.

Por esta razón y considerando los requerimientos de un análisis del sistema ambiental, en el presente estudio se adaptaron los conceptos evaluativos de dicha metodología, donde se valoran los tres aspectos principales: valor ambiental, valor económico, así como riesgos y amenazas, cada una de estas categorías cuenta con indicares que permiten la evaluación del sistema ambiental.

VALOR AMBIENTAL: cuenta como indicadores a la integridad ecológica o funcional, la diversidad cualitativa de hábitats, la presencia de especies endémicas, así como las amenazadas y las indicadoras, y entendiendo como sus indicadores de acuerdo con las siguientes definiciones:

- **Integridad ecológica o funcional**: se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa si sus características funcionales se encuentran en lo más cercano a su estado natural. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales. Toma valores de NC, B, M y A.

- **Hábitats**: se evalúa la diversidad de hábitats que se encuentran en el área, es decir la diversidad existente en el medio abiótico que permitiría la diversidad de formas biológicas que los ocupen. Toma valores de NC, B, M y A.
- **Endemismo**: ubica la presencia de estas especies a nivel nacional además de indicar que especies endémicas se encuentran en el área. Se le asignan valores de NC, B, M y A.
- **Especies amenazadas**: evalúa la presencia enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistándolas e indicando tanto la categoría que presentan en dicha norma, así como el agente que afecta su distribución natural; los valores asignados son NC, B, M y A.
- **Especies indicadoras**: considera parámetros como la distribución, abundancia, rareza de diferentes especies existentes en el área y que son consideradas como indicadores del estado natural del ecosistema, señalando que especies se consideraron para la evaluación de este parámetro. Los valores que se asignan son: NC, B, M y A.

VALOR ECONÓMICO: se refiere a la importancia de los recursos naturales de la zona en el ámbito socioeconómico de la misma. Contempla 4 indicadores definidos a continuación:

- **Especies de importancia comercial**: valora la presencia de especies comerciales como medida de la importancia de la zona en ese rubro, indicando las especies por orden de importancia, adquiere valores de NC, B, M y A.
- **Importancia económica por sectores**: evalúa la presencia de actividades en los principales sectores productivos de la región a fin de determinar la importancia productiva del área, adjudicando valores de NC, B, M y A.
- **Recursos estratégicos:** evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como gas, petróleo, geotérmicos, entre otros. Enlistándolos en orden de importancia, se asignan valores de NC, PI, I y MÍ.
- **Importancia por servicios**: evalúa la importancia de los servicios prestados por la zona sean ambientales (captación de agua, depuradores, regulación climática, control de inundaciones, entre otros) o específicos (abastecimiento de agua de riego, generación de energía eléctrica, entre otros) enlistándolos en orden de importancia y asignándole al área valores de NC, PI, I y MI.

RIESGO Y AMENAZAS: se evalúa el entorno identificando cualquier factor que pudiera considerarse como un factor de riesgo, entendiéndolo como predecible y prevenible o como una amenaza, impredecible e incontrolable.

- **Modificación del entorno:** considera las alteraciones de cualquier tipo que se han realizado en el área, considerando la alteración de cuencas, construcción de edificaciones, presas, canales, caminos carreteras, la tala de árboles, desecación, relleno de áreas inundables, modificaciones a la vegetación natural, entre otras modificaciones, enlistándose por orden de importancia y asignándole al área valores de NC, B, M y A, puede considerarse como un riesgo (derrumbes por deforestación) o una amenaza (inundaciones).
- **Contaminación**: evalúa la presencia de energía, substancias u organismos que alteran la calidad de los componentes del sistema ambiental en la zona, pudiendo ser directos o

indirectos. Enlistar en orden de importancia y asignarle valores en la zona en la escala de NC, B, M y A, su asignación como riego o amenaza dependerá de la magnitud de los efectos esperados.

- **Especies introducidas o exóticas**: evalúa la presencia de estas especies en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan. El área toma valores de NC, PI, I MI, se considera un riego.
- **Prácticas de manejo inadecuadas**: para evaluar este parámetro se toma en cuenta la existencia de actividades consideradas incompatibles con la conservación como el uso de explosivos, violación de vedas, extracción de tallas mínimas, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros. Enlistar en orden de importancia, asignándole valores de NC, PI, M y A, se considera un riesgo.

Criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación permiten darle un valor al área respecto a su valor ambiental, económico y de riesgo, para lo cual se asigna un valor único a cada criterio evaluado justificando la asignación de dicho valor, éstos son los siguientes:

Tabla 4.71. Criterios de evaluación

Nomenclatura	Valor	Definición
NC	0	No se conoce
B	1	Bajo
PI	1	Poco importante
M	2	Medio
I	2	Importante
A	3	Alto
MI	3	Muy importante

Para cada indicador se tiene una valoración de acuerdo con la siguiente tipificación:

Tabla 4.72. Valoración de los indicadores

Resultado	Valor
1-5	Bajo (Poco Importante)
6-10	Medio (Importante)
11-15	Alto (Muy Importante)

En las siguientes tablas se presentan los análisis de valoración

Tabla 4.73. Diagnóstico Ambiental

Indicador		Justificación	Nomenclatura	Valor
Valor Ambiental	Integridad ecológica	Considerando el tipo y estado de la vegetación, el avistamiento de fauna silvestre, la distribución de los poblados, la calidad del agua de los acuíferos, el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas se considera una integridad ecológica media.	M	2

	Hábitats	Pastizal inducido, Selva baja caducifolia, Agricultura de Temporal Anual, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Encino- Pino, Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino- Pino.	M	2
	Especies Amenazadas	En la vegetación se tiene registro en el SAR de 2 especie listada en la Nom- 059- Semarnat 2010. Para fauna en el SAR se encontraron *Kinosternon integrum* (Tortuga pecho quebrado mexicana), *Leopardus pardalis (*Ocelote) *y Potos flavus* (Mico de noche).	M	3
	Especies indicadoras	No se encontró dentro del SAR especies indicadoras. El mayor porcentaje de vegetación se encuentra en estado secundario, se refiere a la fase sucesional de la vegetación con predominancia de arbustos la cual puede ser sustituida con el tiempo por la fase arbórea De las especies faunísticas no se reportaron especies indicadoras.	B	1
		TOTAL		**11**
Valor Económico	Especies comerciales	En el SAR del proyecto las especies utilizadas con fines comerciales son: el *Zea mays*, (maíz y *Phaseolus vulgaris* (frijol); además de especies maderables como pino y encino. Así como el ganado bovino, porcino y ovino.	B	1
	Importancia Económica por sectores	En el SAR las actividades agropecuarias son las de mayor porcentaje, pues deja más de la mitad de la economía, así como actividades de apicultura.	PI	1
	Recursos estratégicos	Cuerpos de agua, de los cuales se obtiene el agua para uso humano.	B	1
	Importancia por servicios	En el SAR no se encuentra registro de pago por servicios ambientales, aunque se presenta vegetación conservada cada vez es menor la superficie de éstos.	NC	0
		TOTAL		**3**
Riesgos y amenazas	Modificación del entorno	La región se encuentra medianamente modificada debido al cambio de uso de suelo a parcelas de cultivo.	M	2
	Contaminación	Baja en suelo, aire y agua, proveniente de las actividades productivas del sector primario, las poblaciones y los automotores existentes en la zona, es alta en la temporada de secas de enero a mayo donde abundan los incendios incrementando en la atmósfera los gases producto de la combustión.	B	1
	Especies introducidas	En todo el SAR se observa la especie Exótica - Invasora: Gorrión común (*Passer domesticus)* estas aves se encuentran distribuidas en zonas urbanas por las zonas templadas de casi todo el mundo. Especies domésticas tanto de consumo (ganado) como acompañantes.	PI	1

		En vegetación hay presencia de especies introducidas principalmente de árboles de ornato en los patios de las viviendas.		
	Prácticas inadecuadas	Se observa tiraderos a cielo abierto, quema de basura, desmonte para ampliar la frontera agrícola y consumo de leña.	A	3
		Total		**7**

En relación con el valor ambiental se tiene un resultado de 11 puntos, el SAR es considerado una zona con ecosistemas poco conservados, abundancia media de especies y captación de agua, sin embargo, se manifiesta también un grado de alteración natural a consecuencia de la falta de sustentabilidad en el manejo de recursos en la zona ya que se ha alterado la vegetación original por el crecimiento de las zonas agrícolas provocando una fragmentación de hábitats.

En cuanto a la valoración económica, se ha obtenido un total de 3, considerado como bajo, debido a que la zona presenta bajo desarrollo económico y nulos proyectos productivos sustentables.

Respecto al apartado de riesgos y amenazas se obtuvo un puntaje de 7, considerado como medio, ya que la región presenta procesos degenerativos en, resultado de malas prácticas agropecuarias y falta de proyectos de manejo de residuos.

IV.2.3 VULNERABILIDAD DEL SITIO DEL PROYECTO

La vulnerabilidad ambiental se refiere a la exposición de un territorio a ser afectado por eventos ambientales y a la magnitud de los impactos que estos eventos puedan tener. En este contexto, la amenaza ambiental se relaciona con la probabilidad y la magnitud de la aparición de eventos ambientales en ese territorio, considerando la situación ambiental existente en el lugar. A menudo, la identificación de la problemática ambiental se enfoca únicamente a eventos naturales de gran impacto, como ciclones tropicales o terremotos, y se pasa por alto la situación ambiental general del sitio.

Existen diferentes enfoques metodológicos utilizados por los países para evaluar la vulnerabilidad, pero en términos generales, se reconoce un enfoque que considera la gestión de riesgos como el producto de la amenaza y el grado de exposición a esta. En el caso específico de la evaluación de la vulnerabilidad en el sitio donde se planea construir la carretera, se utilizan mapas basados en el Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca, desarrollado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Este atlas se basa en una recopilación exhaustiva de información bibliográfica y cartográfica, así como en un análisis integral de esta información. Su propósito es utilizar datos que permitan identificar tanto los peligros naturales como los antropogénicos, así como fenómenos cuya ocurrencia a lo largo del tiempo y en diferentes áreas ha sido cuantificada y cualificada. Esto se hace tomando como referencia los desastres que han afectado la vida y las actividades humanas en los últimos 20 años.

Los factores de riesgo a considerar por la ubicación y características biogeográficas son:

- Inundaciones
- Sismos históricos

- Deslizamientos de laderas

Con base en los mapas generados en CENAPRED, Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca, el análisis para el riesgo por inundaciones, sismos históricos y deslizamientos de laderas nos arroja que no se encontró riesgo alguno para el área del proyecto (Figuras 4.39-4.41).

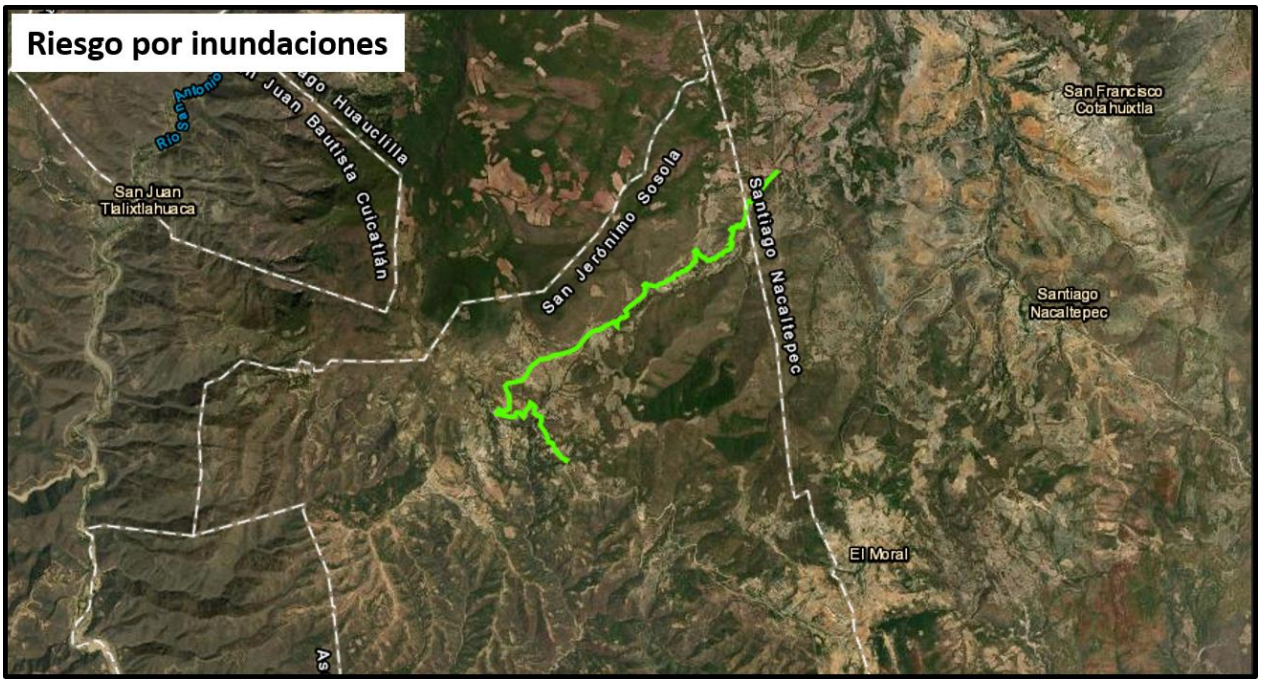


Figura 4.39. Riesgo por inundaciones.

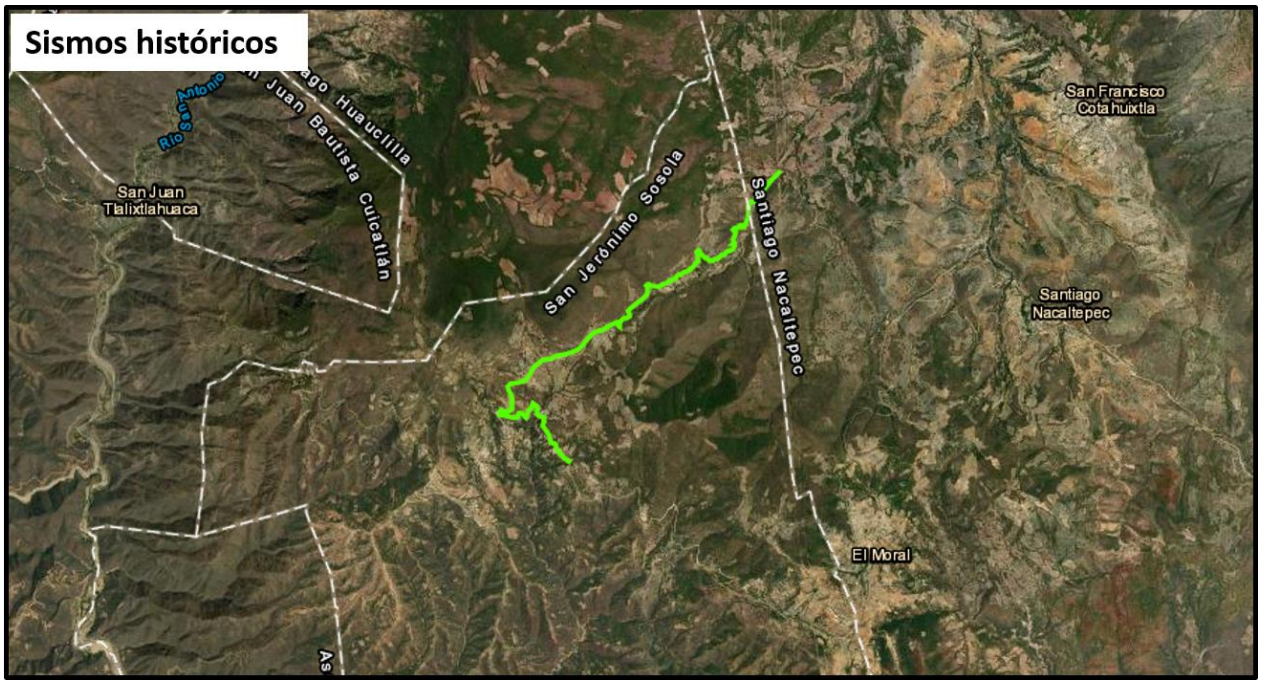


Figura 4.40. Sismos históricos

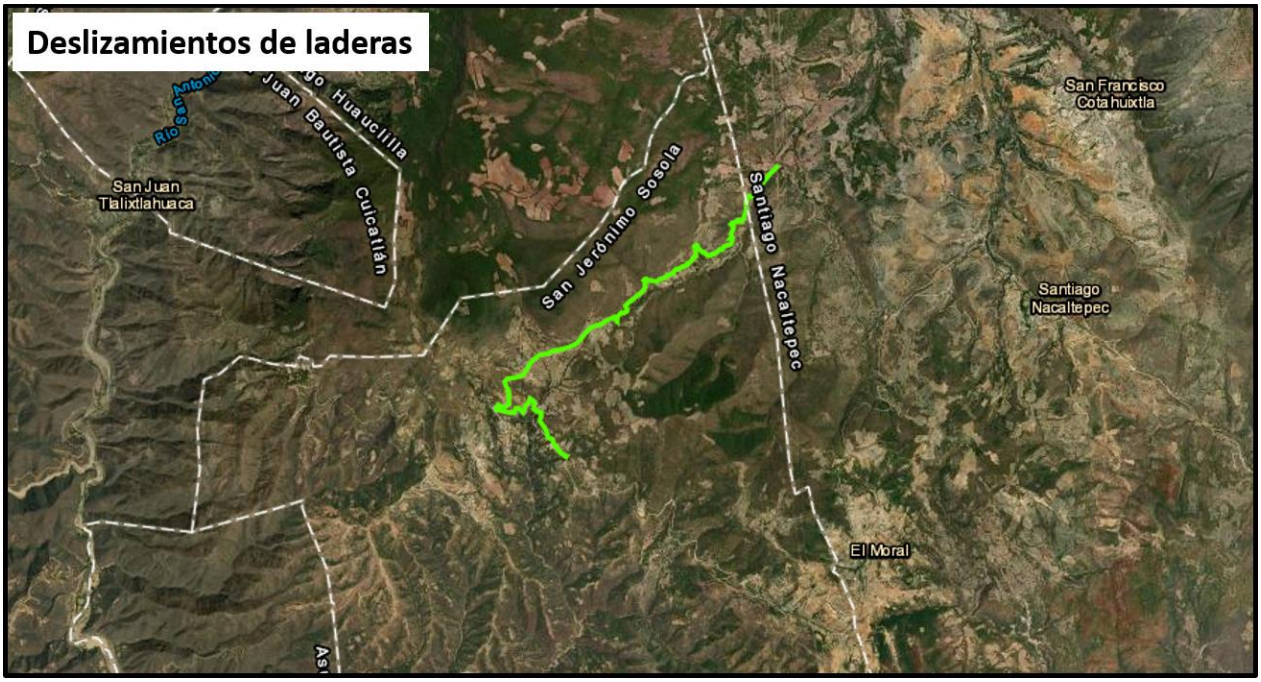


Figura 4.41. Inestabilidad de laderas.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

2023 AÑO DE Francisco VILLA

“E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca"

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 268

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 268

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 281

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 290

V.4 IMPACTOS RESIDUALES 301

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y SIGNIFICATIVOS 302

V.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES 304

REFERENCIAS 311

Tabla 1 Identificación de interacción de elementos y etapas del proyecto 154
Tabla 2 Simbología para detectar los posibles impactos 155
Tabla 3 Matriz de identificación de impactos 156
Tabla 4 Indicadores de impacto 169
Tabla 5 Tabla de variables 172
Tabla 6 Criterios de importancia 173
Tabla 7 Matriz de valor de importancia de los impactos 176
Tabla 8 Impactos identificados en el SAR 183
Tabla 9 Impactos generados por las actividades del proyecto 188

Figura 1 Síntesis de la metodología aplicada 153
Figura 2 Naturaleza de impactos por etapa de proyecto. 157
Figura 3 Impactos por elemento 161
Figura 4 Importancia de los impactos de todo el proyecto 176
Figura 5 Importancia del impacto por etapa del proyecto 177

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Las evaluaciones de impacto ambiental son metodologías que permiten ver el grado de un diagnóstico ambiental ante las alteraciones que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa, en este caso los trabajos del proyecto: E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca.

La evaluación de un impacto ambiental tiene la finalidad de determinar los impactos generados sobre el entorno natural y socioeconómico por obras o de procesos de producción de la economía o de otras actividades que genera la humanidad. Cuando estos impactos son adversos, se plantean y llevan a cabo medidas de mitigación o atenuación de los efectos negativos presentados. Si los impactos son favorables, entonces el proyecto mismo es un detonador del desarrollo integral para la comunidad que se ve involucrada.

En el marco legal ambiental mexicano la Fracción XX del Artículo 3º de la LGEEPA establece que se considera como impacto ambiental a la "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza". En esta misma Ley, se menciona que la manifestación de impacto ambiental dará a conocer el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad. En este contexto, el Reglamento define al impacto ambiental significativo o relevante, como aquel que "resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, que obstaculizan la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales" (DOF, 2014 y DOF, 2023).

Los impactos ambientales de cualquier actividad productiva se clasifican en función de si se producen como consecuencia del proceso de entrada de recursos (insumos, ya sea de productos, agua o energía); del proceso de salida (emisiones, descargas y residuos) o se deben a la acción de la actividad sobre el territorio en el que se realiza (impactos sobre el medio). Para evaluar el grado de afectación generado en el entorno existe una amplia gama de técnicas, que van desde las más simples, en las que se determinan cualitativamente los principales impactos (frecuentes y/o importantes), hasta las de mayor complejidad, donde se evalúan los impactos cuantitativamente. Bajo dicha identificación se complementan de manera importante los estudios e investigaciones específicas con la experiencia de los evaluadores del impacto.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En la actualidad existe una amplia variedad de técnicas disponibles para identificar, medir y predecir los impactos ambientales. El primer paso en este proceso fue definir la línea base de la metodología a seguir.

En este caso, la evaluación de impacto ambiental de carreteras en México se basa en manuales, tesis y guías desarrolladas mediante la colaboración de investigadores e instituciones públicas. Entre estas instituciones destacan el IMT (Instituto Mexicano del Transporte), la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte), el INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) y la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

De esta manera se seleccionaron los métodos tanto de trabajo de campo como de gabinete para reconocer las acciones que causan impacto y los elementos afectados por dichas acciones. Después, se procedió a la identificación y evaluación de estos impactos. La elección de las técnicas de medición se hizo considerando el tipo de elemento afectado, abarcando variables físicas, químicas, ecológicas, socioeconómicas y paisajísticas, según correspondiera.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Los métodos que se usaron partieron del más sencillo (identificación de interacción de elementos y etapas del proyecto), para continuar con una matriz más elaborada que fue la de identificación de impactos; así dimos paso a la valoración utilizando matrices más complejas: matriz de valor de importancia.

La metodología de identificación y valoración de impactos permitió a la vez determinar las medidas de mitigación y el programa de monitoreo.

Esta evaluación de impacto ambiental considera cuatro fases:

1.- La primera fase del proceso implica la identificación de impactos ambientales. En reunión con el grupo interdisciplinario, se identificaron las principales etapas y actividades clave del proyecto y se identificaron los impactos específicos que pueden surgir en cada etapa del proyecto. Estos impactos se evaluaron considerando su efecto en los elementos del entorno geográfico, biótico y social.

2.- Segunda fase, se procede a determinar la naturaleza (positiva o negativa) de los impactos identificados en la primera fase y a evaluarlos utilizando una escala sencilla. Estos impactos se relacionan con las actividades específicas que se llevan a cabo en cada etapa del proyecto y su efecto en los elementos bióticos, abióticos y sociales del entorno.

3.- Tercera fase es la descripción detallada de los impactos previamente identificados. En esta etapa, se proporciona información sobre la magnitud del deterioro o mejora que cada impacto puede causar en los distintos aspectos del ambiente, ya sea de forma negativa o positiva.

4.- Cuarta fase se centra en el análisis tanto cuantitativo como cualitativo para evaluar los impactos previamente identificados. El objetivo es realizar una valoración global de cómo el proyecto afectará al entorno, considerando tanto la magnitud como la importancia de estos impactos en conjunto.

Para llevar a cabo estas fases, se emplearon diversas técnicas que incluyeron: la revisión exhaustiva de literatura relacionada con el medio abiótico y biótico que circunda la región del proyecto, de los datos obtenidos en campo, y tomando en consideración la estructura, la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área de Influencia (AI), y del Proyecto (AP), recopilación de información y análisis, así como la adopción de metodologías específicas para la evaluación del impacto ambiental. También se realizó una verificación en campo, donde se identificaron los parámetros ambientales y las actividades del proyecto que podrían influir en dichos parámetros. Todo este proceso se llevó a cabo con

la colaboración de un equipo interdisciplinario que incluyó expertos en las áreas requeridas para este proyecto, como Ingeniería Civil (para la interpretación de aspectos relacionados con la construcción de carreteras), Biología y Geografía. El objetivo principal fue definir cómo se vería el entorno ambiental en el sitio antes y después de la ejecución del proyecto.

En el siguiente diagrama de flujo se sintetiza la metodología aplicada.

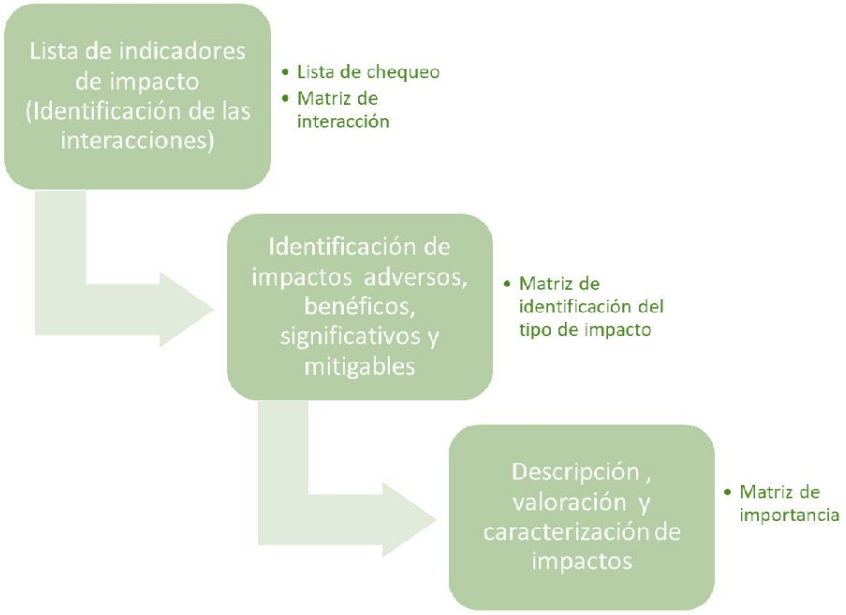


Figura 5.1 1 Síntesis de la metodología aplicada

Podemos acercarnos de manera aún más particular a la identificación de impactos cuanto más específicas sean las actividades y los factores afectados. De lo anterior destaca el trazado de relaciones causa - efecto, ya que permiten visualizar con claridad la correlación entre las actividades y los factores del medio (no sin reconocer la multicausalidad de un fenómeno), al reconocer como criterio de relación el cambio o la modificación resultante, fundamental para medir su gravedad y, en consecuencia, diseñar las medidas para disminuir su efecto negativo en el ambiente.

Los métodos de matrices se reconocen como una herramienta muy valiosa para la identificación, descripción, manipulación y evaluación de múltiples opciones para un análisis conjunto de diversos proyectos alternativos. De acuerdo a la EPA (1998) "Las matrices son posiblemente las metodologías más usadas para la valoración de impactos ambientales" (Franco López, 2015).

La selección de indicadores de los impactos por etapa del proyecto se realizó mediante la relación de los elementos y atributos geográficos, biológicos y socioeconómicos susceptibles a afectación en las diferentes etapas del proyecto.

Para facilitar un análisis preliminar acerca de los posibles impactos generados por el proyecto sobre el SAR, se aplicó un listado de factores ambientales potencialmente afectados en cada una de las diferentes

etapas de la ejecución del proyecto. En la lista de verificación sólo se indica la posible ocurrencia de un impacto en forma nominal (si o no), pero sin que se prevea, ninguna información acerca de su magnitud o de la forma como debe de interpretarse.

En la siguiente tabla se muestran los elementos indicadores que tienen interacción en alguna etapa del proyecto.

Tabla 5. 1. Identificación de interacción de elementos y etapas del proyecto

E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca.			Preparación del sitio			Construcción								Op. y mant.	
			Obras provisionales	Desmonte	Despalme	Cortes	Explotación de Bancos	Acarreos	Terracerías	Pavimentos	Entronque a nivel	O. de drenaje	Señalamiemto	Tránsito	Mantenimiento
Elemento/Procesos															
Átmosfera		Emisiones gases	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u
		Ruido	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u		u	u
		Emisión partículas sólidas			u	u	u	u	u						
Clima		Contribución al cambio climático		u											
		Microclima		u	u					u					
Geomorfología		Estructura de las rocas													
		Estabilidad laderas		u		u	u								
Suelo		Uso		u	u	u									
		Estructura	u	u	u	u	u								
		Fertilidad		u	u	u									
		Contaminación residuos	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u
		Contaminación hidrocarburos	u	u	u	u	u	u	u	u	u		u		
Agua		Cálidad			u	u						u			
		Captación	u		u		u		u	u					
		Flujo										u			
		Sedimentos			u	u	u	u				u			
		Marina													
Flora	Nativa	Hierbas	u		u	u	u								
		Arbustos	u	u			u								
		Acuática													
		Árboles		u											
		En la NOM		u											
	Cultivada	Permanente			u	u									
		Temporal			u	u									
		Riego													
Fauna		Hábitat	u	u	u	u									
		En la NOM		u		u									
		Rutas migratorias													
		Movilidad		u	u	u		u	u	u	u			u	
		Doméstica						u						u	
Paisaje y de interés		Cálidad escénica		u	u	u	u								
		Arqueológico													
		Monumentos													
		Recreativo													
Social		Movilidad urbana		u		u		u	u	u	u	u	u		u
		Riesgo de accidentes	u	u	u	u		u	u	u	u	u	u	u	u
		Comunidades indígenas		u	u	u								u	
		Aceptación Social												u	
Económico		Empleo temporal	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u		
		Movilidad de productos												u	
		$ de transporte privado												u	

Con la matriz anterior se consideran la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental, se observaron 149 interacciones distribuidas entre el medio natural, social y económico en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Así que una vez seleccionados los elementos y atributos que se verán posiblemente afectados, se procedió a la siguiente evaluación de los impactos determinando el Carácter de impacto, el cual puede ser negativo o adverso **(-)** o positivo o benéfico **(+).** Los impactos adversos modifican parcialmente o totalmente algún componente del ambiente en detrimento del mismo. Los impactos benéficos influyen de manera positiva sobre algún factor del ámbito natural o social, en donde las características ambientales o socioeconómicas reflejan un aspecto de desarrollo y productividad en el entorno del proyecto. El carácter de un impacto dependerá del grado de respuesta del elemento ambiental frente a la acción de un proyecto. El impacto es adverso o negativo cuando una acción del proyecto altera las condiciones del elemento ambiental o el proceso se ve afectado en detrimento de su producción o función, modifica su interacción dentro del ecosistema (elemento físico o biológico) o sistema social. El método empleado para la identificación de impactos es una derivación de la técnica de Leopold, que es una matriz integrada por renglones y columnas, donde los renglones contienen los atributos ambientales afectados y las columnas las actividades del proyecto (Leopold *et al*., 1971). En dicha matriz se determinan las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los cuales inciden en una escala simple, además se estima el grado de interacción, para la identificación de impactos se maneja una simbología en las matrices donde se señalan las actividades de cada una de las etapas del proyecto, que afectan a los aspectos ambientales y sociales. El cuadro siguiente resume la simbología de los tipos de impacto que se generan en el presente proyecto.

Tabla 5. 2 Simbología para detectar los posibles impactos

Impacto	Símbolo
Impacto Adverso Significativo	A
Impacto Adverso Poco Significativo	a
Impacto Benéfico Significativo	B
Impacto Benéfico Poco Significativo	b
Impacto Mitigable	-

En cada una de las etapas se determinan los tipos de impactos.

Esta evaluación permite visualizar globalmente el grado de impacto de un proyecto, porque toma en consideración los dos elementos básicos para definir el impacto: el grado de impacto y el número de impactos presentes para cada atributo del ambiente. Además, permite interpretar escalas a partir de un valor de cero, cuando no hay impactos o el balance entre los impactos adversos y benéficos sea nulo.

Para la identificación de los posibles impactos ambientales generados por el proyecto, se emplea la Matriz de Identificación, en la cual además se muestra de una manera cuantitativa más no cualitativa, la significancia de cada impacto, así como la posibilidad de mitigarlos.

Mitigación de impactos

Se señalan a los impactos adversos mitigables con el símbolo (-).

Se procede a Identificar los impactos que cada acción definida tiene sobre cada factor ambiental, para lo cual se hizo uso de la matriz anterior.

Tabla 5. 3 Matriz de identificación de impactos

E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca.			Prep del sitio			Construcción								Op y Mant		Total				
			Ob provisionales	Desmonte	Despalme	Cortes	Banco de material	Acarreos	Terracerías	Pavimentos	Entronque a nivel	Obras de drenaje	Señalamiento	Tránsito	Mantenimiento	A Adverso significativo	a Adverso	B Benéfico significativo	b Benéfico	/ Mitigable
Atmósfera		Emisiones gases	e	e	e	e	a	a	e	A	e	e	e	a	a	1	12	0	0	8
		Ruido	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	0	13	0	0	0
		Partículas sólidas			e	e	e	e	e							0	5	0	0	5
Clima		Contribución al cambio climático		A												1	0	0	0	0
		Microclima		a	a					a						0	3	0	0	0
Geomorfología		Estabilidad laderas		e		A	a									1	2	0	0	2
Suelo		Uso		A		A										2	0	0	0	0
		Estructura	e	a	a	A	A									2	3	0	0	1
		Fertilidad		a	a	a										0	3	0	0	0
		Cont. por residuos	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	0	13	0	0	13
		Cont. hidrocarburos	e	e	e	e	e	e	e	e	e		e			0	10	0	0	10
Agua		Cálidad			e	e						e				0	3	0	0	3
		Captación	e		a	a	a		A	a						1	5	0	0	1
		Flujo										b				0	0	0	1	0
		Sedimentos			a	a	e		e			e				0	5	0	0	3
Flora	Nativa	Hierbas	a		a	a	a									0	4	0	0	0
		Arbustos	a	A		A										2	1	0	0	0
		Árboles		A												1	0	0	0	0
		En la NOM		A												1	0	0	0	0
	Cultivada	Permanente														0	0	0	0	0
		Temporal			a	a										0	2	0	0	0
Fauna		Hábitat	a	A	A	a										2	2	0	0	0
		En la NOM		e	e	a										1	2	0	0	2
		Movilidad		e	e	e		e	e	e	e	b		A		2	6	0	1	7
		Doméstica						e						a		0	2	0	0	1
Paisaje y de interés		Cálidad escénica		a	a	A	a									1	3	0	0	0
Social		Movilidad urbana		e		e		e	e	e	e	e	e		B	0	8	1	0	8
		Riesgo de accidentes	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	b	b	0	10	0	2	11
		Comunidades indígenas		a		a								b		0	2	0	1	0
		Aceptación Social												B		0	0	1	0	0
Económico		Empleo temporal	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b			0	0	0	11	0
		Movilidad de productos												B		0	0	1	0	0
		$ de transporte privado												b		0	0	0	1	0
A Adverso significativo			0	7	2	5	1	0	1	1	0	0	0	1	0	18				
a Adverso			10	12	16	17	11	9	9	8	7	7	6	4	3		119			
B Benéfico significativo			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1			3		
b Benéfico			1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1				17	
/ Mitigable			6	8	8	9	5	7	8	5	6	6	5	1	1					75

Con la matriz anterior se observaron 157 interacciones distribuidas entre el medio natural, social y económico en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, de las cuales 137 son impactos adversos, 20 son impactos benéficos y 75 son mitigables.

En la Figura 1, se presentan los resultados de la matriz.

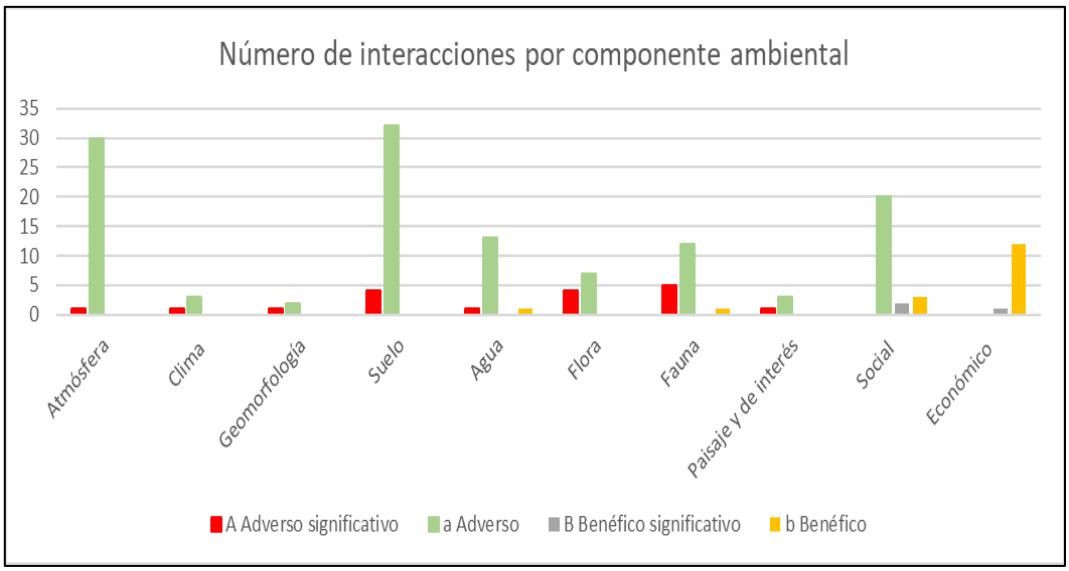


Figura 5. 1 . Número de impactos benéficos y adversos que se generarán en los elementos del medio.

La mayoría de los impactos adversos se reflejarán principalmente en el suelo debido a la posibilidad de una disposición inadecuada de residuos en todas las etapas del proyecto, así como al cambio en el uso de este suelo. También, la atmósfera se verá afectada por la generación de gases de efecto invernadero (GEI).

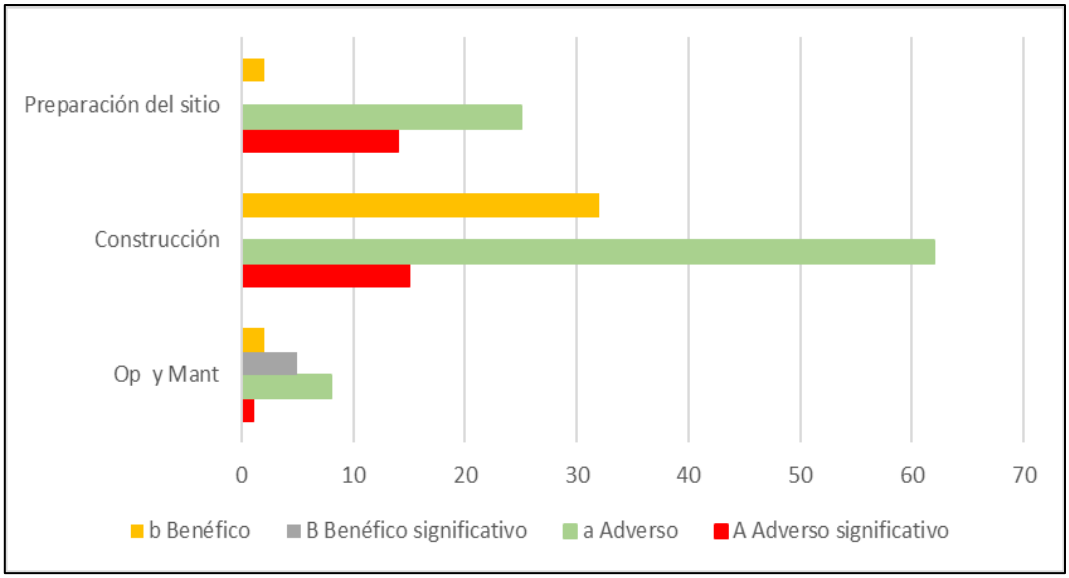


Figura 5. 2 . Naturaleza de impactos por etapa de proyecto

En la Figura 2 indica que la mayoría de los impactos se manifestarán durante la etapa de construcción y son de naturaleza adverso no significativo.
Se observa que la mayor cantidad de impactos adversos significativos se produce durante la etapa de preparación del sitio, especialmente en las actividades de desmonte, y continúa durante la fase de construcción, específicamente en las actividades de corte.
Los impactos positivos se manifiestan principalmente durante la etapa de operación y mantenimiento y están relacionados especialmente con aspectos sociales y económicos.

A continuación, se muestran las figuras que presentan los impactos desglosados por elemento del medio y el porcentaje de impactos mitigables de los impactos adversos.

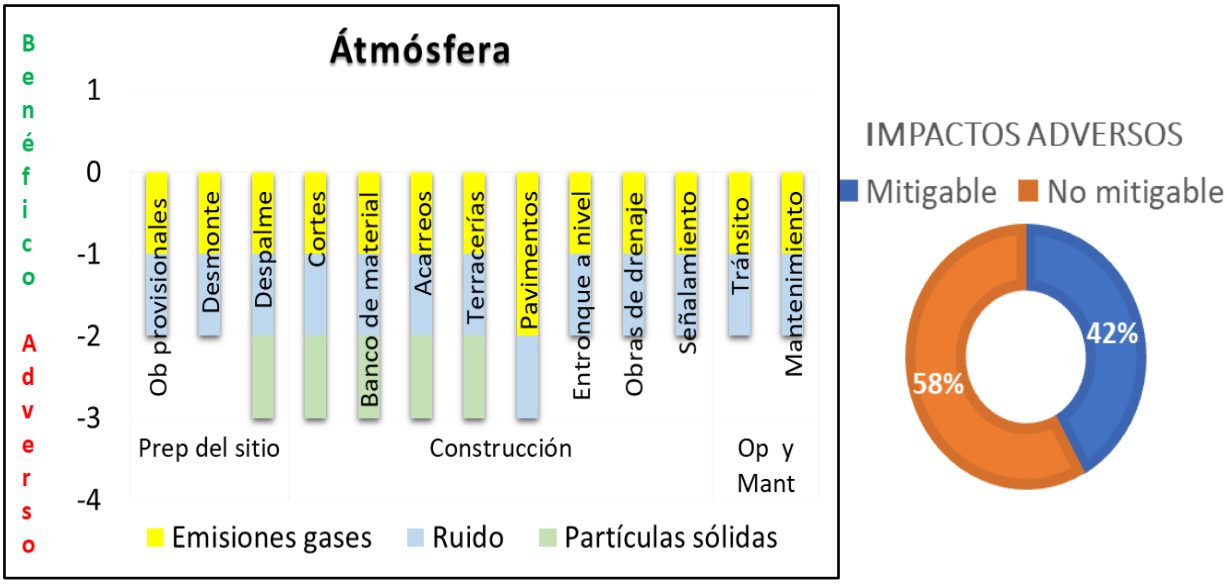


Figura 5. 3. Impactos hacia la atmósfera

Los impactos en la atmósfera (Figura 3) se originarán principalmente debido a la llegada y circulación de vehículos y maquinaria, lo que generará emisiones de gases contaminantes y ruido. Además, las actividades de corte, despalme, excavación y acarreo generarán emisiones de polvo. Por lo tanto, la proporción de impactos no mitigables en la atmósfera será considerablemente alta.

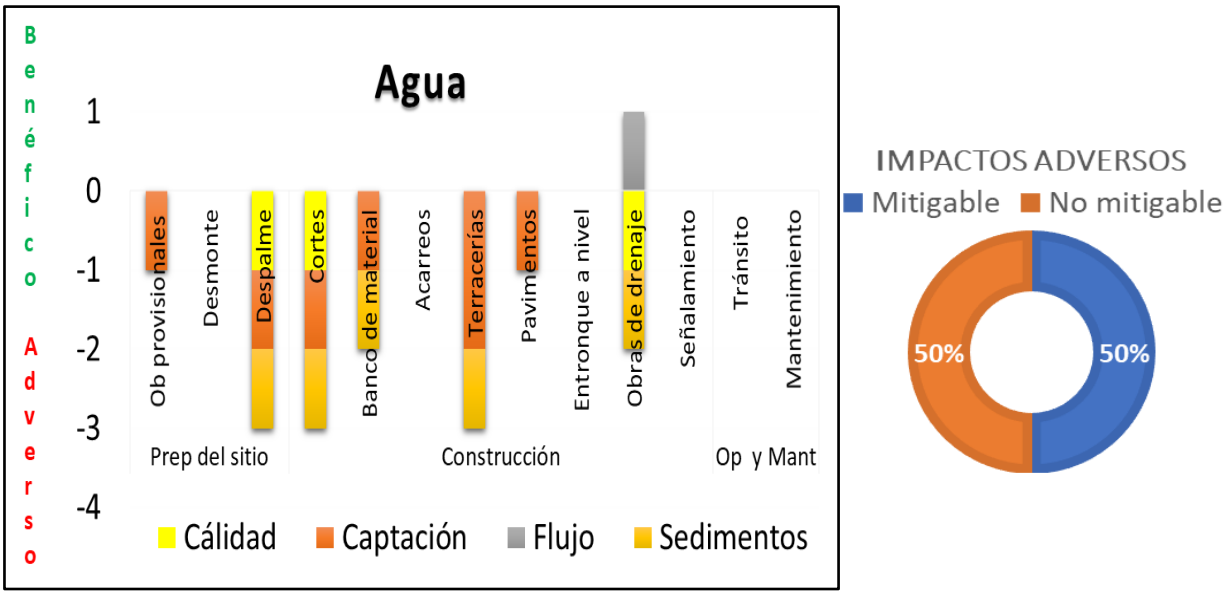


Figura 5. 4 . Impactos hacia el agua

En la Figura 4, se observa que las interacciones entre el elemento agua y las actividades del proyecto resultan en una relación adversa en términos de calidad a la aportación de sedimentos y posibles accidentes de vertidos. Además, se prevé un alto consumo de agua en algunas etapas del proyecto. Sin embargo, se identifican impactos beneficiosos asociados a las obras de drenaje, ya que permitirán que el flujo de escurrimiento se aleje de las áreas de paso de vehículos. Es importante destacar que la proporción de impactos mitigables será igual a la de impactos no mitigables en esta categoría.

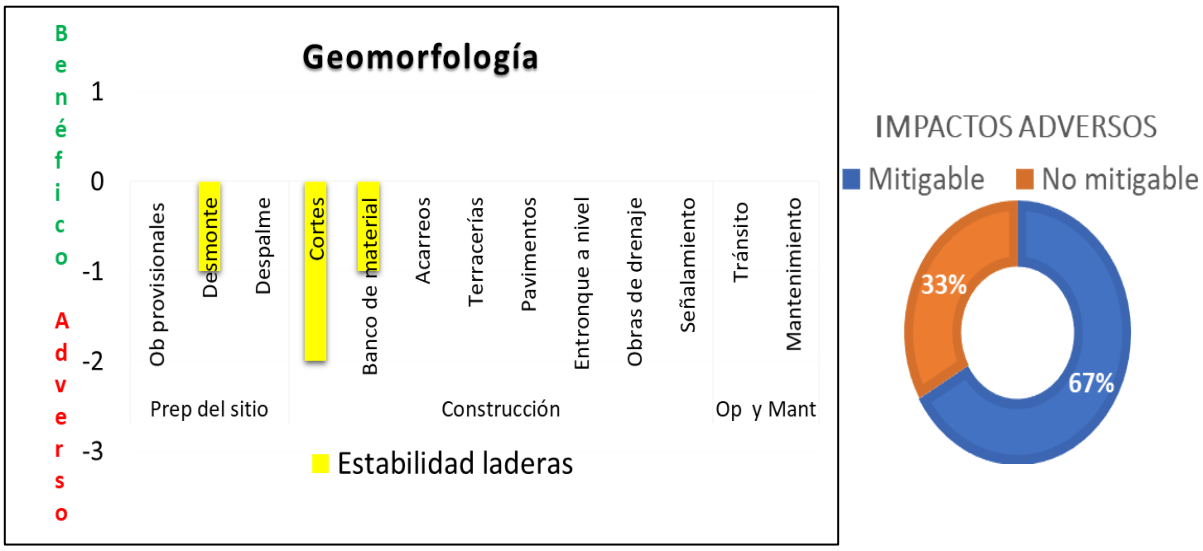


Figura 5. 5. Impactos hacia la geomorfología

Las actividades de desmonte y cortes (Figura 5) contribuirán al aumento de la temperatura del suelo, lo que generará un impacto negativo tanto durante el vertido de estos materiales como cuando el camino esté pavimentado.

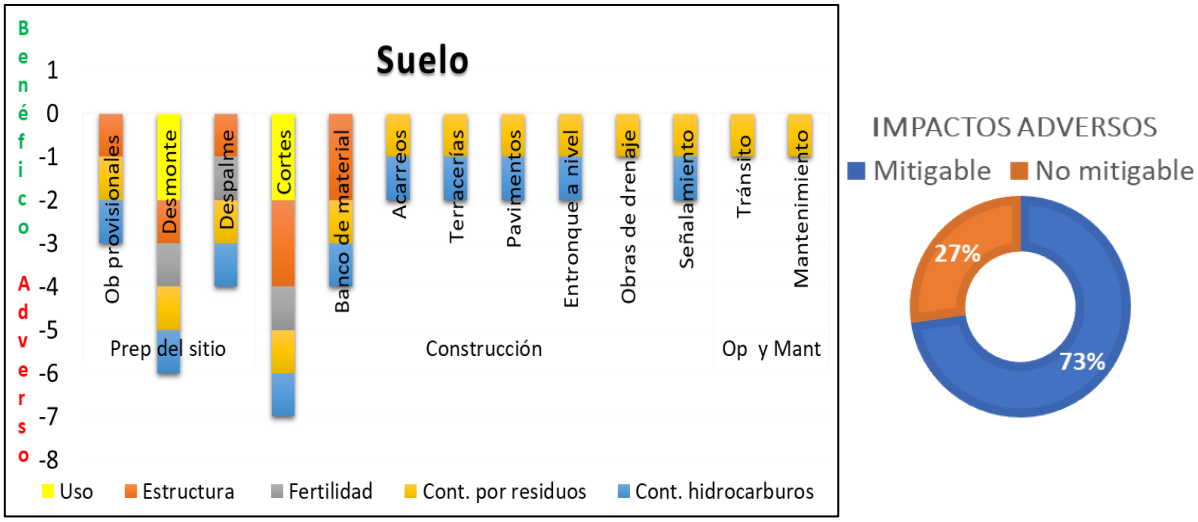


Figura 5. 6 Impactos hacia el suelo

La estructura del suelo (Figura 6) experimentará impactos negativos durante todas las etapas del proyecto debido a las actividades que involucran el tránsito de maquinaria y vehículos, excavaciones, cortes y terraplenes. Además, la fertilidad del suelo se verá afectada en actividades que implican la remoción del horizonte orgánico. Es importante señalar que existe un riesgo de disposición inadecuada de residuos, lo que conllevará a una mayor proporción de impactos no mitigables en esta categoría.

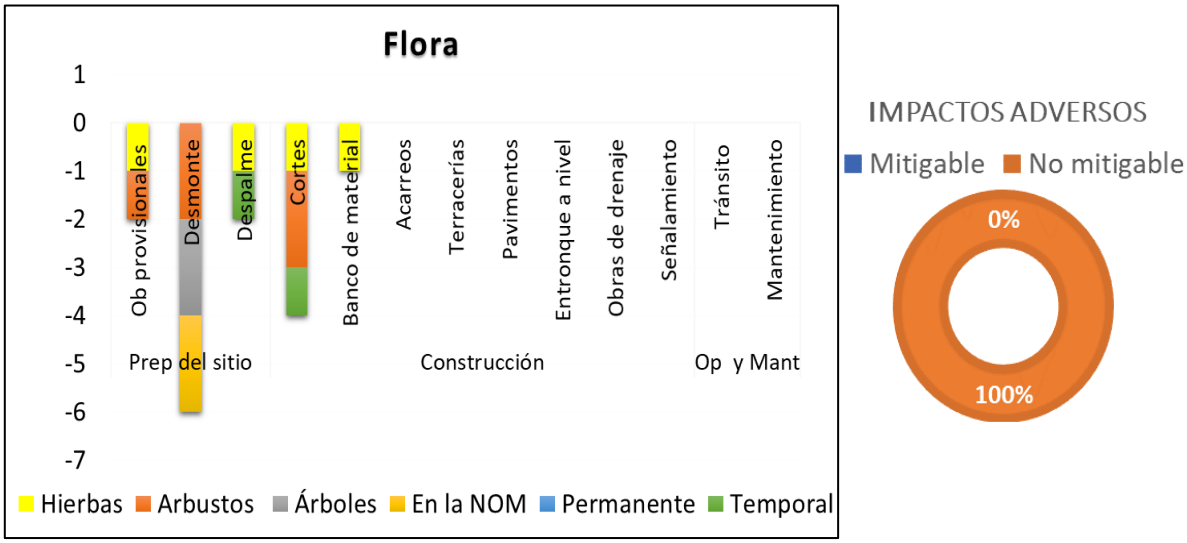


Figura 5. 7 Impactos hacia la flora

En lo que respecta a la flora (Figura 7), se observa que el mayor número de impactos negativos ocurre en la etapa de desmonte, lo que puede afectar a alguna especie prioritaria para la conservación. Sin embargo, el rescate de la flora tendrá impactos beneficiosos, al igual que las estructuras diseñadas para permitir la conectividad de la vegetación. La construcción y modernización del camino evitará la creación de nuevas brechas, aunque en esta etapa de tránsito también se presentará un impacto negativo. Es importante mencionar que los impactos no mitigables se registran al 100 % a lo largo de todo el proyecto.

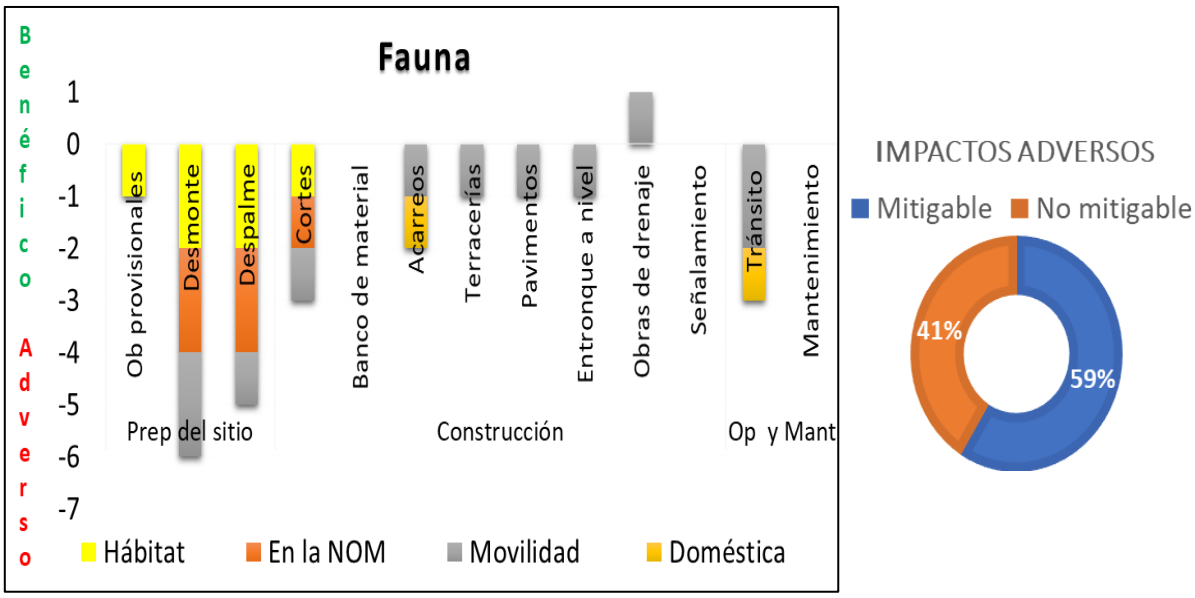


Figura 5. 8. Impactos hacia la fauna

En cuanto a la fauna (Figura 8), es un elemento que experimenta un alto número de impactos, con un 59% de impactos no mitigables y un 41% de impactos mitigables. Los impactos adversos se concentran en las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, mientras que los impactos beneficiosos están relacionados con la construcción de obras de drenaje.

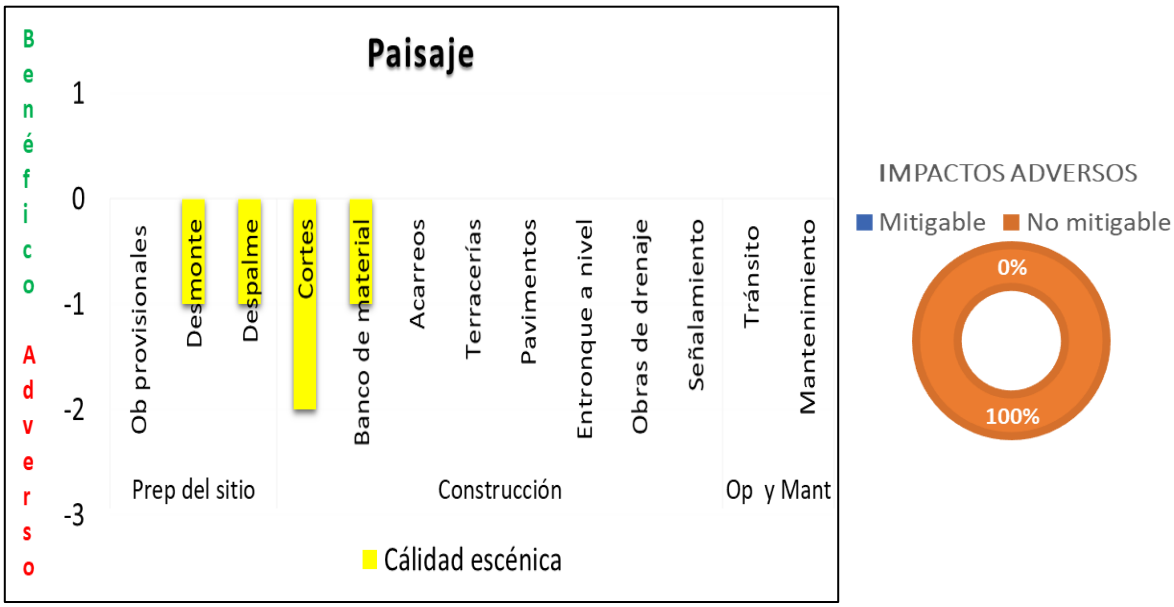


Figura 5. 9 Impactos hacia el paisaje

En lo que respecta al paisaje (Figura 9), la mayoría de los impactos son adversos y no mitigables en mayor proporción. La acumulación de residuos es un impacto que probablemente se presente en todas las etapas del proyecto y afecta la calidad del paisaje. Además, la introducción de cambios y elementos extraños en el paisaje afecta su calidad visual. La construcción del camino también tiene un impacto en la conectividad del paisaje, ya sea con o sin el proyecto, dado que en su mayoría se trata de un camino existente.

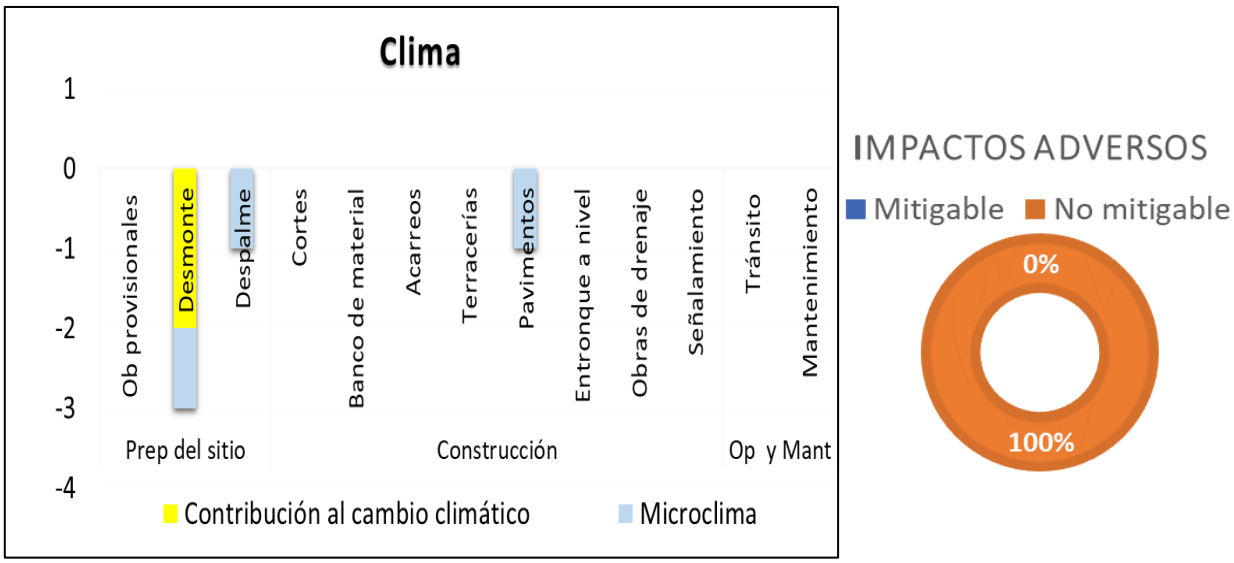


Figura 5. 10. Impactos hacia el clima

El clima (Figura 10) este es el elemento con menos causas y efectos identificados. Solo se observan impactos adversos en el microclima durante las etapas de despalme, desmonte y trabajos de pavimentación, debido al aumento puntual de la temperatura.

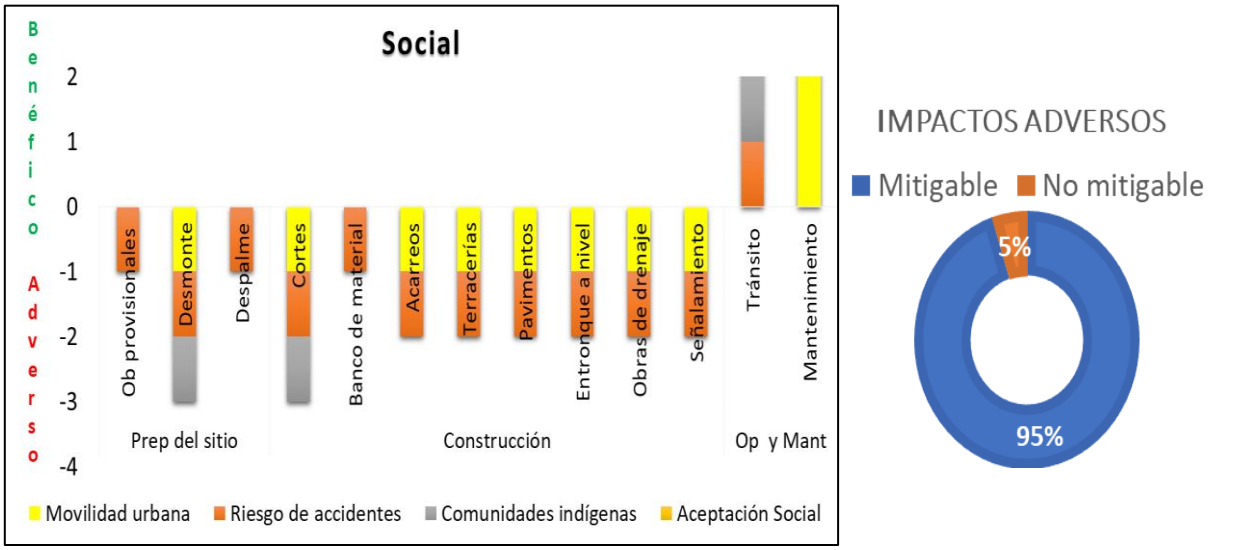


Figura 5. 11 Impactos hacia lo social

En la Figura 11, se observa que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se presentan impactos adversos. Sin embargo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se registran impactos benéficos relacionados con la conectividad entre las comunidades y la reducción de los tiempos de viaje debido a la mejora del camino. En su mayoría, estos impactos son mitigables.

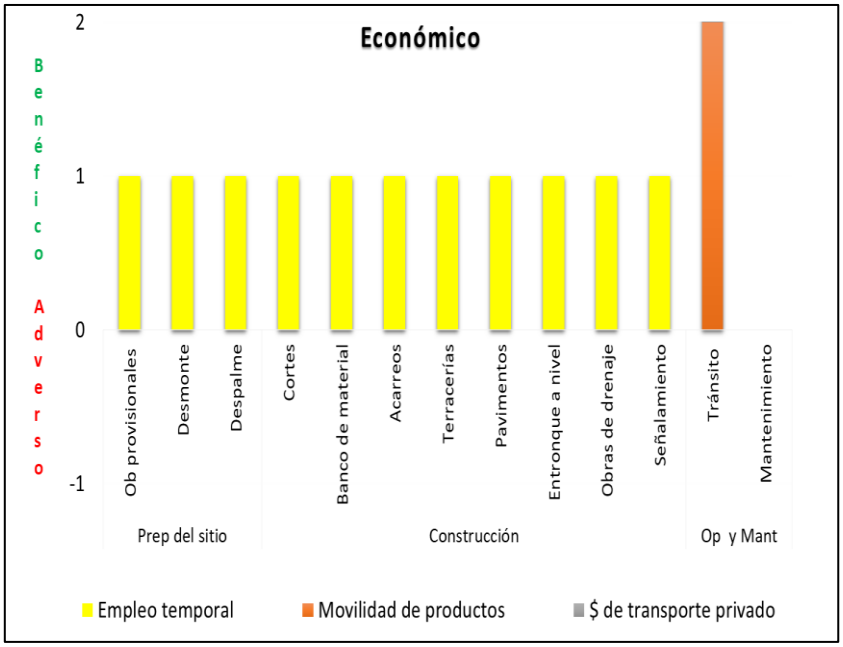


Figura 5. 12. Impactos hacia lo económico

En el sector económico (Figura 12), se observa que todos los impactos son benéficos o positivos a lo largo de todas las etapas y actividades del proyecto. La generación de empleo y el acceso a fuentes de empleo son los impactos que tienen la mayor cantidad de interacciones. Asimismo, el aumento en la movilidad de productos debido al incremento del tránsito representa el impacto positivo más destacado en la construcción de la carretera.

Los impactos que se generarán en todas las etapas del proyecto incluyen el ruido causado por los vehículos, maquinaria pesada y la llegada de trabajadores. Este ruido continuará durante la operación del camino mejorado. Otro impacto común en todo el proyecto es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como resultado de la combustión de vehículos. El tercer impacto generado por el proyecto es la generación de residuos, pero este impacto es mitigable, lo que significa que al realizar las actividades de mitigación, no habrá un impacto significativo en términos de tiempo, cantidad y afectación ambiental. Estos impactos son localizados y la capacidad de resiliencia del entorno permitirá la recuperación del daño. En el clima, flora, fauna y paisaje, los impactos adversos no son mitigables.

El componente económico solamente presenta impactos benéficos.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez determinados los factores y las acciones se proceden a identificar los impactos que estas últimas tienen sobre los primeros.

Todos los componentes del medio ambiente pueden verse afectados en mayor o menor medida por las actividades humanas. Sin embargo, por las características de este proyecto la identificación y evaluación

de los impactos ambientales, sólo se consideran los siguientes elementos del medio natural: Atmósfera, Microclima, Suelo, Agua, Flora, Fauna, Paisaje, Social y Económico.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su **CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción VII, VIII, IX y X** se consideran las siguientes definiciones (DOF, 2014):

VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;
VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;
IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;
X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático

La palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada) (SEMARNAT).

En el campo ambiental se han desarrollado indicadores, sin embargo, no existe una definición única del concepto y éste varía de acuerdo a la institución y a los objetivos específicos que se persiguen. Una de las definiciones de indicadores ambientales proviene de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que desde hace varios años utiliza un conjunto de indicadores como información base para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental de los diferentes países que integran esta organización. Según la OCDE, un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo. (PNUD-SEMARNAT, 2005).

En general se considera como un indicador ambiental a una medida que puede ser de origen físico, químico, biológico, social o económico, que permite evaluar toda aquella información ambiental disponible, con el fin de reflejar las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente o un factor ambiental particular.

La elección de los indicadores de este estudio se basa en experiencias internacionales y nacionales de los impactos ambientales generados por la construcción y /o modernización de infraestructura vial, así como modelos establecidos, y son los siguientes:

- Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (PNUD-SEMARNAT, 2005).
- Guía Metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. (CEPAL, 2009).
- Manual para estudios, gestión y atención ambiental en carreteras. (SCT, 2016).

Identificados los impactos posibles en cada etapa del proyecto sobre cada factor ambiental, se construyó la siguiente tabla donde se puede leer: nombre del indicador, objetivo, periodicidad, método de cálculo y fuentes de información consultadas.

Tabla 5. 4 Indicadores de impacto

Elemento	Impacto	Indicador	Objetivo	Periodicidad y etapa	Método de cálculo	Fuentes de información
Atmósfera	Afectación a la calidad del aire por la dispersión del polvo.	Concentraciones ambientales de partículas PM10 y las PM2.5 en los sitios de las actividades.	Monitorear la concentración de partículas sólidas en el aire ya que éstas pueden afectar los cultivos cercanos, trabajadores y pobladores.	Semanal para el cálculo del promedio de 18 registros en 24 horas, en el sitio donde se esté realizando la actividad.	Monitoreo con un medidor de calidad de aire para PM10 y PM2.5	NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Espín Mayorga, M. E. (2015). Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los cultivos agrícolas en los barrios la Morita, la Tola, el Arenal, la Esperanza y Collaquí ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito. 185 hojas. Quito: EPN.
	Generación de ruido por el uso de maquinaria pesada y el tránsito de vehículos.	Niveles de ruido en los frentes de trabajo.	Monitorear los niveles de ruido que generan las fuentes fijas en el área del proyecto.	Semanal para el monitoreo de niveles de ruido en los diferentes frentes de trabajo.	Monitoreo con sonómetro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas. Horario límites máximos permisibles: de 6:00 a 22:00: 68 dB(A) de 22:00 a 6:00: 65 dB(A)	NOM-081-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.NOM-080-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
	Emisión de gases contaminantes (de efecto invernadero) por fuentes fijas, vehículos y maquinaria.	Densidad aparente de humo Trabajo horas de fuentes fijas y móviles Número de vehículos y maquinaria y litros de combustible.	Determinar la densidad aparente visual del humo de fuentes fijas (planta trituradora y asfáltica) y monitorear la generación de gases contaminantes de fuentes móviles (autos y maquinaria).	Quincenal en fuentes fijas Semanal en fuentes móviles Etapa de operación y construcción.	Método para determinar la densidad aparente visual del humo mediante la Carta de RINGELMANN en fuentes fijas. (Anexo V.1) Reporte semanal: tipo de vehículo y/o maquinaria, horas de trabajo diarias, tipo y litros de combustible.	DGN-AA-1-1972 Norma Mexicana de Método de Prueba para Determinar la Densidad Aparente Visual del Humo Empleando la Carta de Ringelmann. (fuentes estacionarias). 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. NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

Microclima	Aumento local y puntual de la temperatura.	Aumento de la temperatura por las actividades de desmonte, despalme y pavimentación.	Monitorear la temperatura antes de realizar las actividades de desmonte y despalme y después de las actividades para analizar si existe algún parámetro de cambio.	Antes de la actividad y después de la actividad.	Medición con termohigrómetro de la humedad y T° ambiental, antes y después de la actividad, a la misma hora (desmonte); y antes y durante la pavimentación a una distancia de 10, 20, 50 y 100 m.	Ley General de Cambio Climático: contempla el de responsabilidad ambiental, y señala que quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.
Geomorfología	Afectación de las topoformas y estabilidad de laderas	Perfil topográfico y volúmenes de corte	Dibujar en la planta el perfil de corte y terraplén, su longitud y pendiente, así como indicar el volumen de los cortes y terraplenes.	Reporte quincenal de avances. (El trabajo geotécnico y topográfico del proyecto reporta 61.326.00 m^3 de corte).	Reporte del trabajo topográfico y su avance en planta perfil. De acuerdo al CENAPRED, se presentó inestabilidad de laderas año 2009 en la temporada de lluvias con periodos constantes, ocasionando el reblandecimiento de suelos, provocando deslaves y derrumbes en algunas zonas del SAR y del tramo carretero.	SCT. Manual de proyecto geométrico de carreteras. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/ N·CTR·CAR·1·01·014/00: contiene los aspectos a considerar en el abatimiento de taludes en cortes o de terraplenes, Esta Norma se complementa con las siguientes: Ejecución de Obras ..... N·LEG·3 Cortes…N·CTR·CAR·1·01·003 Acarreo…… ·CTR·CAR·1·01·013
Suelo	Erosión.	Estabilidad de agregados. Gradiente y longitud de la pendiente.	Estimar el grado de erosión ocasionado por desmonte y despalme, así como los cortes de talud y de caja para las obras de drenaje.	Antes y después de la actividad de despalme y cortes.	Estabilidad de agregados: depositar aproximadamente diez agregados de diámetros entre 3 y 10 mm, en una cápsula de porcelana y saturándolos con agua, tras rotarlos suavemente durante 30 segundos, se evalúa el grado de descomposición de los agregados (Tabla Estabilidad de agregados de Siebe et al., 2016), a menor estabilidad más susceptible a la erosión. Pendiente: medir el gradiente y longitud de pendiente con clinómetro, el grado de erosión aumenta proporcionalmente con el gradiente y longitud.	Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. 3° Edición (revisada, corregida y aumentada). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). FAO. Guía para la descripción de suelos. 2009

	Afectación a la calidad, composición y estructura del suelo por posibles vertidos de residuos sólidos urbanos, especiales y peligrosos.	Total, de volumen de residuos generados Porcentaje de residuos no depositados en contenedores adecuados.	Contabilizar el volumen total de residuos generados y de los residuos que no son colocados en los contenedores en las etapas de preparación del sitio y construcción.	Semanal: bitácoras Quincenal: Inspección del área de influencia.	Llenar bitácoras por tipo de residuos (sólidos urbanos, especiales y peligrosos), indicando cantidad, entrega de cantidad de residuos generados y actividad donde fueron generados. Inspeccionar el área de influencia de la obra para encontrar y medir residuos que no hayan sido dispuesto en los contenedores.	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de enero de 2021.
Agua	Modificación de la calidad del agua.	Turbidez Ph	Monitorear la turbidez y ph en los escurrimientos de agua en época de lluvia, (el eje del proyecto no atraviesa corrientes perennes).	Al inicio de las actividades y mensual.	Turbidez: En el fondo de un vaso de cristal se adhiere una pegatina con un dibujo del disco Secchi y se vierte agua del escurrimiento hasta la marca de 100 ml y se anota si la visibilidad del disco es alta, media o baja. Ph: Se mide el Ph del escurrimiento con tira reactiva o un medidor digital.	DOF, Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Universidad Complutense. Indicadores de calidad del agua. https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-turbidez%20f.pdf
	El desazolve de las obras de drenaje permitirá el flujo del agua a los escurrimientos.		Monitorear el desazolve de las obras de drenaje.	Dependerá del Programa de mantenimiento.	Método del flotador: Cuando haya escurrimientos, verificar que atraviese la obra de drenaje y el tiempo que tarda en hacerlo Verificación visual que no haya obstrucción.	Estimaciones del Caudal de Agua (fao.org) en: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm

Flora	Eliminación de 5.6 ha de cubierta vegetal.	Superficie de cubierta vegetal.	Medir y caracterizar el uso de suelo y vegetación de los polígonos afectados para mostrar en un mapa.	Semanal: Medir los polígonos afectados por el desmonte y despalme para la línea de ceros, indicando coordenadas, tipo de suelo o vegetación. (La estimación de la superficie afectada se realizó en campo considerando la línea de ceros del proyecto).	Cálculo de la superficie de vegetación a desmontar respecto a la vegetación del SAR. Verificación del estatus de la comunidad primario o secundario. Uso de suelo (urbano construido, Agricultura de temporal y Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino.	Manual de Ecología y Métodos básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal, Mostacedo Bonifacio, Frederickse Todd S. Santa cruz Bolivia, 2000. Guía de Métodos para medir biodiversidad, Aguirre Mendoza Zhofre, Loja Ecuador 2003 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.
	Eliminación de árboles, hierbas, plántulas por la modernización del camino.	Reducción de la biodiversidad.	Verificar la abundancia de especies eliminadas.	Registro diario de las especies afectadas de acuerdo al avance del desmonte y despalme. Reporte final indicando (El cálculo del IVI) así como el estatus de riesgo en la Nom- 059-Semarnat 2010 y endemismo, (se estimó en el apartado de vegetación del capítulo IV).	Cálculo del Índice de valor de importancia de la las especies (IVI), verificación especies a remover Listado diario de individuos arbustivos y arbóreos eliminados por polígono, indicando: Nombre científico, forma de vida, DAP, cobertura, altura, estatus en la NOM-059-SEMARNAT, endemismo. Recálculo del Índice de valor de importancia de las especies (IVI) removidas.	Guía de Métodos para medir biodiversidad, Aguirre Mendoza Zhofre, Loja Ecuador 2003 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.
Fauna	Migración de las especies.	Abundancia de especies.	Comparar los índices de diversidad antes del proyecto y durante la etapa de construcción.	Reporte quincenal (Monitoreo diario).	Número de madrigueras, nidos dañados /Número de especies registradas por grupos faunísticos en el SAR.	Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143. Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales

	Mortandad de animales silvestres por actividades vinculadas al proyecto.	Tasa de mortandad de animales silvestres por atropellamiento y registro en mapa.	Monitorear la fauna silvestre atropellada con ayuda de herramientas básicas como GPS y cartografía para la generación de mapas detallados del lugar del avistamiento y su asociación con diversas variables geográficas y ambientales.	Reporte quincenal (Monitoreo diario) durante las etapas de preparación del sitio y construcción, monitoreo una semana en la etapa de operación.	Por grupo faunístico: Número de individuos atropellados o muertos por alguna actividad relacionada con el proyecto /total de individuos registrados por grupo faunístico en el área del proyecto y área de influencia antes del proyecto. Registro de evidencia indicando: nombre científico, familia, orden, estatus en la NOM-059, coordenadas UTM, causa de la muerte.	medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57. Ley General de Vida Silvestre: El tema que regula esta Ley consiste en 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. NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.
Socioeconómico	Riesgo de accidentes laborales.	Índice de incidencia total de accidentes.	Registrar el porcentaje de accidentes ocurridos durante los trabajos de construcción y mejoramiento del camino.	Mensual.	$\frac{Accidentes\ de\ trabajo}{Trabajadores\ ocupados} \times 100.000$	Rodas Alfaya, Leticia; Sánchez Larrión, Raúl. Design of indicators to measure occupational accidents: the Spanish case. Revista Espacios. Vol. 40 (Nº 32). 2019
	Creación de fuentes de empleo temporales.	Lista de nómina.	Reportar el número de trabajadores empleados por el proyecto.	Quincenal.	Estadística de empleados: Cargo, Género, edad, fecha de ingreso, lugar de origen.	Departamento de Estadística – OIT Ginebra. Indicadores de Empleo de los Objetivos Desarrollo del Milenio (ODM) en el marco de la medición del Trabajo Decente. 2009. http://www.inefop.org.uy/docs/Indicadores%20empleo%20ODM_CEPAL.pdf

	Mejora del tiempo, comodidad y seguridad en el tránsito de personas, bienes y servicios.	Índice de Servicio Actual (ISA). Resistencia a la Fricción.	Calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar sobre el camino ya modernizado. Valorar las condiciones seguras del camino mediante la medición de la resistencia a la fricción en la superficie de rodamiento, tanto en situación seca como en presencia de una película de agua.	Al iniciar la etapa de operación.	ISA: Aplicar encuesta a usuarios del camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec para saber si el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación. La resistencia de fricción, se mide con equipo mu-meter a 75 km/h, en condiciones de presencia de película de agua, y no deberá ser inferior a 0.6 para considerarse en condiciones seguras.	Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano Del Transporte. Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota. Publicación Técnica No. 353 Sanfandila, Qro, 2011. www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt353.pdf Ministerio de Obras Pública. Guía para la Gestión y Monitoreo de Planes de Obras Públicas Implementación, Metas e Indicadores. Chile.2012 http://www.dirplan.cl/metodologia/monitoreo/Documents/Guia_para_la_Gestion_y_Monitoreo_de_Planes_de_Obras_Publicas.pdf.
Paisaje	Deterioro de la calidad visual.	Calidad visual.	Monitoreo de la calidad paisajística.	Después del desmonte	Evaluación de la calidad visual del paisaje método indirecto de BLM (Bureau of Land Management 1980).	Método indirecto del BLM (Bureau of Land Management 1980).

Tabla 4 Indicadores de impacto

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los expertos del equipo interdisciplinario determinaron la importancia de cada efecto, proporción mediante la cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo. Quedará consignada en la Matriz de Importancia del impacto. Las filas corresponden a los factores distribuidos jerárquicamente y las columnas corresponden a las acciones también ubicadas de forma jerárquica.

Matriz de importancia

Esta metodología corresponde a una modificación de la matriz de Leopold, y Conesa la propuso en 1997, en su libro *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. La valoración que se realiza es de tipo cualitativa y se efectúa a partir de una matriz que tiene la misma estructura de columnas (acciones impactantes) y filas (factores impactados).

Cada casilla de cruce en la matriz o elemento establece una relación donde se reconoce el efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado y, a partir de una serie de atributos, se determina la importancia de cada impacto. La trascendencia del impacto resulta del grado de incidencia de la alteración sobre cada uno de los factores ambientales afectados y de la manera en que participa el efecto, de acuerdo con una serie de atributos de tipo cualitativo y sobre las que se basará la evaluación de impacto.

Los elementos de la matriz de importancia o contenido de una celda, identifican el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado. Siguiendo lo expuesto por Conesa, se propone que los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a 10 características del efecto producido por la acción sobre el factor considerado. Estas 10 características contemplan el carácter, la intensidad, la duración, la extensión y otros atributos del impacto.

Las filas corresponden a los factores o componentes ambientales y las columnas corresponden a las acciones o actividades del proyecto. En la celda de la matriz se ubica la importancia estimada del impacto que la acción produce sobre el elemento del componente ambiental (x). Las filas y las columnas marcadas con totales, se utilizan para definir respectivamente las acciones que mayor importancia del impacto producen o reciben.

La importancia de un impacto es una medida cualitativa del mismo, que se obtiene a partir del grado de intensidad de la alteración producida, y de una caracterización del efecto, obtenida a través de una serie de atributos, correspondientes a la situación en el entorno y se calcula con el siguiente algoritmo:

$$\mathbf{I} = NAi\ (3INi + 2EXi + MOi + PEi + RV + SIi + ACi + EFi + PRi + REi)$$

Para realizar la valoración se utilizaron los valores de cada variable de acuerdo con la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 5. 5. Tabla de variables de la matriz de importancia

Variables	Definición	Medida de los impactos	Valor numérico
NA: NATURALEZA	El signo del impacto hace alusión al carácter de benéfico (+) o adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	**Benéfico**	**1**
		Adverso o perjudicial	**-1**
IN: INTENSIDAD	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el (1) una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	**(Mn) Mínima**	**1**
		(Mo) Moderada	**2**
		(A) Alta	**4**
		(MA) Muy Alta	**8**
		(T) Total	**12**
EX: EXTENSIÓN	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será regional (8), considerando las situaciones intermedias, según su degradación, como impacto local (2) y extenso (4).	**(Pu) Puntual**	**1**
		(Lo) Local	**2**
		(E) Extenso	**4**
		(Re) Regional	**8**
MO: MOMENTO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Los valores asignados son los siguientes: para cuando el tiempo transcurrido sea nulo cuando sea menor de 1 año (corto plazo); (2) cuando el período de tiempo va de 1 a 5 años (medio plazo), y (1) cuando el efecto tarde más de 5 años en manifestarse (largo plazo). Si concurriera alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto se le atribuye un valor de 6 unidades, por ejemplo, un incendio o atropellamiento.	**(L) Largo Plazo**	**1**
		(M) Mediano Plazo	**2**
		(I) Inmediato	**4**
		(C) Crítico	**6**
DU: DURACIÓN	Duración o Persistencia se refiere al tiempo que supuestamente pertenecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera como permanente asignándole un valor de (4).	**(F) Fugaz**	**1**
		(T) Temporal	**2**
		(P) Permanente	**4**

RV: REVERSIBILIDAD	Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el corto plazo (1); entre uno y diez años se considera el medio plazo (2), y se superan los diez años se considera irreversible (4).	**(C) Corto Plazo**	**1**
		(M) Medio Plazo	**2**
		(I) Irreversible	**4**
SI: SINERGISMO	Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; No sinérgico (1), Sinérgico (2), muy sinérgico (4). Por ejemplo, dos contaminantes que por separado tienen efectos poco nocivos sobre el medio, cuando están juntos dan lugar a un nuevo compuesto de mayor peligrosidad.	**(SS) Sin Sinergismo**	**1**
		(S) Sinérgico	**2**
		(MS) Muy Sinérgico	**4**
AC: ACUMULACIÓN	Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es acumulativo (2).	**(S) Simple**	**1**
		(A) Acumulativo	**4**
PR: PERIODICIDAD	Se refiere a la regularidad de la manifestación del impacto, bien sea de manera cíclica o recurrente (impacto periódico con valor de 2), de forma impredecible en el tiempo (impacto irregular, aperiódico, esporádico 2) por ejemplo, los incendios en época de estiaje. Cuando es constante (impacto continuo 4), en el caso de una carretera que ha transformado su derecho de vía.	**(I) Irregular o aperiódico y discontinuo**	**1**
		(P)Periódico	**2**
		(C) Continuo	**4**
RE: RECUPERABILIDAD	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras previas a la acción).	**(I) Inmediato**	**1**
		(M) A mediano plazo	**2**
		(Mi) Mitigable	**4**
		(IR) Irrecuperable	**8**
EF: EFECTO	Efecto o inmediatez puede ser directo o indirecto: es directo si la acción misma la que origina el efecto, es decir, es el que tiene repercusión	**(D) Directo**	**1**

	inmediata en algún factor ambiental, por ejemplo, la erosión del suelo y derrumbes ocasionados por el desmonte y despalme de la vegetación en una zona de pendiente pronunciada. Mientras que es indirecto que se deriva de un efecto primario o de una cadena de reacciones. Del ejemplo anterior, tenemos que el índice de diversidad de especies en un río es consecuencia de la contaminación de sus aguas, debida a la erosión del suelo causada por el desmonte de la vegetación. Es importante considerar que existe una interdependencia en el medio natural de un factor sobre otro.	**(I) Indirecto**	**4**
I: IMPORTANCIA	Ya se ha asentado que la importancia del impacto es la importancia del efecto ante una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental aceptado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el puntaje propuesto a continuación.	**Irrelevante**	**<25**
		Moderado	**25 a 50**
		Alto	**50 a 75**
		Muy alto	**>75**

De esta tabla se desprenden los valores que se asignan a cada una de las variables, el resultado de la estimación puede ser considerado como la importancia del impacto y para determinar el alcance del mismo se puede utilizar los siguientes criterios:

Los elementos de la matriz de importancia identifican la importancia (I) del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad (A) sobre un factor ambiental considerado (F).

En esta etapa de la valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como Importancia del Impacto o Índice de Incidencia.

La Importancia del impacto o índice de incidencia, la definimos como la herramienta mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a la vez a la serie de atributos de tipo cualitativo como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

A continuación, se presenta la matriz de valoración de impactos generados por el proyecto Camino: E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca:

Tabla 5. 6 Matriz de valor de importancia de los impactos

	Actividad	Valoración	Impacto	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RE	I
Atmósfera	Despalme, cortes, banco de materiales, acarreos y terracerías	Adverso mitigable	Generación de grandes cantidades de polvo, es decir de partículas M10.	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	**-20**

	Pavimentación	Adverso no mitigable	Generación de gases por la operación de la planta asfáltica.	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	**-23**
	Todas las etapas	Adverso no mitigable	El uso de maquinaria pesada y la presencia de trabajadores generará ruido.	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	**-25**
	Todas las etapas	Adverso mitigable	Generación de gases producto de la combustión interna de motores de fuentes móviles.	-1	2	2	4	1	1	2	4	4	2	2	**-30**
Microclima	Desmonte	Adverso mitigable	Aumento local y puntual de la temperatura al eliminarse las hojas de árboles y arbustos y que tienen función de sombra.	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	**-16**
	Pavimentación	Adverso no mitigable	Aumento local y puntual de la temperatura en el momento de preparación y vertido de la carpeta asfáltica, la cual debe tener una temperatura de 160°C.	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	**-14**
Geomorfología	Cortes	Adverso mitigable	Con los cortes se dejan las laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	-1	4	2	2	2	4	2	1	1	2	4	**-34**
Suelo	Todas las etapas	Adverso no mitigable	Cambio de uso de suelo agrícola y forestal a camino.	-1	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	**-40**
	Banco de material	Adverso	Afectación a la topoforma original por la extracción de materiales pétreos.	-1	4	2	4	2	2	2	1	4	1	2	**-34**
	Desmonte y despalme	Adverso no mitigable	Erosión.	-1	2	4	4	2	2	1	1	1	1	4	**-30**
	Todas las etapas	Adverso mitigable	Contaminación del suelo por mala disposición de residuos sólidos urbanos, especiales y peligrosos.	-1	2	2	1	4	4	2	1	4	4	2	**-32**
	Preparación del sitio y construcción	Adverso mitigable	Afectación a la calidad del suelo (contaminación) por vertidos accidentales de hidrocarburos,	-1	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	**-34**

			principalmente diésel y gasolina.												
Agua	Obras provisionales	Adverso mitigable	Disminución de la infiltración de agua de lluvia por la compactación del suelo por el almacén de maquinaria y descarga de material.	-1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	4	**-20**
	Despalme, cortes, banco de materiales, terracerías y obras de drenaje	Adverso mitigable	Modificación de la calidad del agua en los escurrimientos por sedimentos.	-1	2	2	4	2	2	2	4	1	1	1	**-27**
	Terracerías y pavimentación	Adverso no mitigable	Afectación la infiltración y por lo tanto la recarga del acuífero debido a la impermeabilización de la carretera.	-1	2	2	4	4	1	1	2	4	1	8	**-35**
	Obras de Drenaje	Adverso mitigable	Afectación del flujo del agua hasta encauzar a los escurrimientos naturales.	-1	1	2	2	2	1	1	4	4	1	2	**-24**
	Terracerías y Pavimentación	Adverso mitigable	Contaminación del agua y cambio de Ph por posible vertido de residuos especiales.	-1	2	2	2	2	1	2	1	4	1	1	**-24**
	Mantenimiento	Benéfico	El desazolve de las obras de drenaje permitirá el flujo del agua a los escurrimientos.	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	**23**
Flora	Desmonte y despalme	Adverso no mitigable	Remoción de Vegetación Forestal en una superficie de 5.6 ha de Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino.	-1	8	4	4	4	4	2	1	4	1	8	**-60**
		Adverso no mitigable	Afectación de áreas de cultivos de maíz.	-1	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	**-43**
		Adverso mitigable	Afectación en individuos dentro de un estatus de riesgo Amenazada (A) en la NOM 059 SEMARNAT 2010.	-1	2	2	2	1	4	1	1	4	1	4	**-28**
	Despalme, cortes y acarreos	Adverso mitigable	Contaminación foliar de especies del área de influencia por la dispersión de polvos.	-1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	**-19**

Fauna	Desmonte	Adverso no mitigable	Disminución del hábitat de fauna silvestre (Destrucción de madrigueras).	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	1	8	**-30**
	Despalme	Adverso no mitigable	Posible muerte de animales que se entierran (ranas, tortugas).	-1	4	2	4	2	4	2	1	1	1	4	**-35**
	Obras de Drenaje	Adverso no mitigable	Posible contaminación por verter accidentalmente concreto en cuerpos de agua que funcionan como bebederos.	-1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	**-19**
	Tránsito	Adverso no mitigable	Efecto de barrera y filtro para la movilización de fauna silvestre y doméstica (atropellamiento).	-1	4	2	1	4	4	2	4	4	4	8	**-47**
	Preparación del sitio y construcción	Adverso mitigable	Afectación a la movilidad de fauna, en especial a especies de baja movilidad (Herpetofauna) por vehículos y maquinaria.	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	**-35**
Paisaje	Desmonte y cortes	Adverso no mitigable	Deterioro visible de la calidad del paisaje.	-1	2	2	4	4	2	1	1	1	2	4	**-29**
Social	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Adverso prevenible	Riesgo de accidentes laborales.	-1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	**-18**
	Tránsito	Benéfico	El tránsito de personas, bienes y servicios, será más rápido, cómodo y seguro.	1	4	2	2	4	4	1	4	1	4	2	**38**
Económico	Preparación del sitio y construcción	Benéfico	Creación de fuentes de empleo temporales.	1	2	1	2	1	2	1	1	4	1	1	**21**
	Tránsito	Benéfico	Reducción de tiempo y costo en el traslado de personas y productos.	1	4	4	2	4	2	2	4	1	2	4	**41**

En las Figuras 13 y 14 se presentan los resultados de la matriz de valor de importancia:

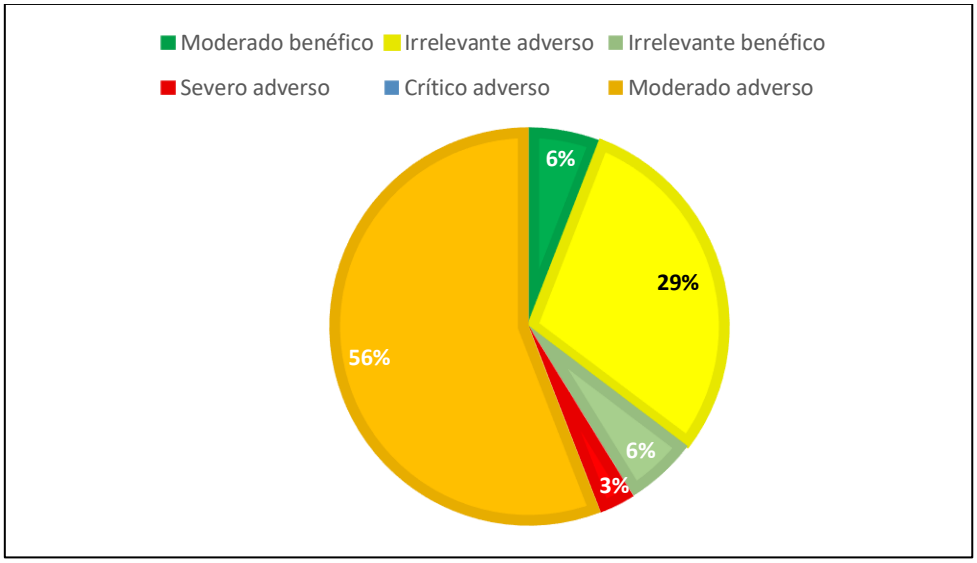


Figura 5. 13. Importancia de los impactos de todo el proyecto

El proyecto genera principalmente impactos moderados adversos, que representan el 56% del total. Le siguen los impactos irrelevantes adversos, que conforman el 29%. No se han identificado impactos adversos críticos (0%). Los impactos benéficos representan el 12% del total, con la mitad de ellos en la categoría de moderados y la otra mitad en la categoría de moderados.

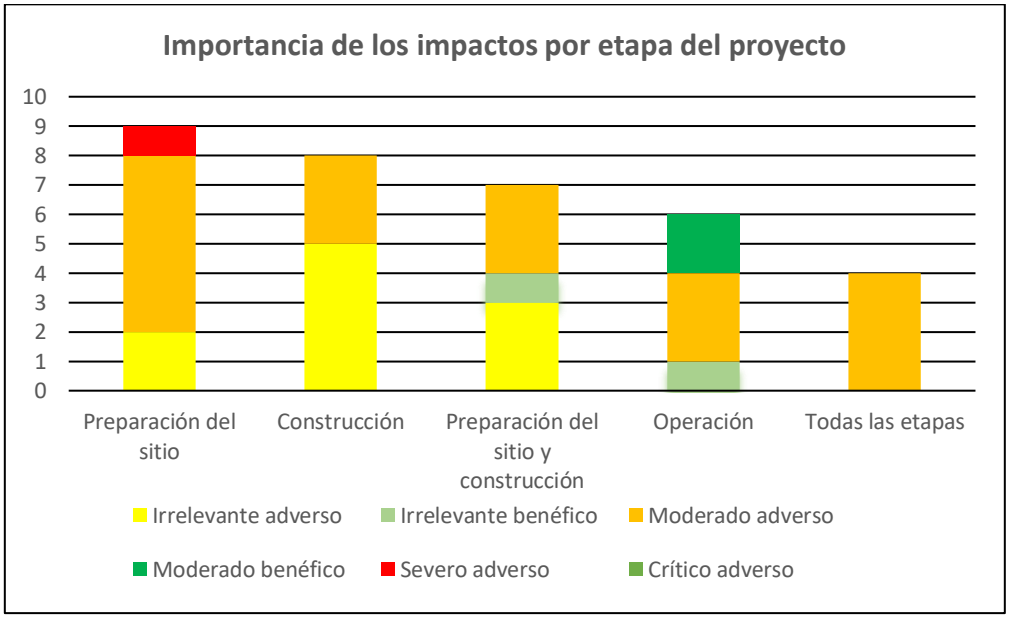


Figura 5. 14. Importancia del impacto por etapa del proyecto

La importancia del impacto severo adverso se relaciona con la etapa de preparación del sitio, específicamente con la remoción de vegetación forestal en una superficie de 5.6 hectáreas. Este impacto se considera de importancia severa debido a sus consecuencias, que incluyen la erosión del suelo, la disminución de los servicios ambientales y la afectación de la fauna silvestre. Para mitigar estos impactos,

se propone la implementación de un Programa de Acciones de protección y conservación de la Flora Silvestre, así como un Programa de Reforestación con especies nativas de la zona.

En todas las etapas del proyecto sobresalen los impactos moderados adversos.

A continuación, se describen los 4 impactos de mayor valor de importancia:

1. Remoción de Vegetación Forestal en una superficie de 5.6 ha de Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, este impacto tiene una intensidad alta en el momento inmediato, con una persistencia permanente, y afectación irreversible puesto que, aunque se reforestará 3.85 Has, los polígonos reforestados tardarán más de 10 años en conformar ecosistemas maduros y en restaurarse sus funciones ecológicas. El desmonte y despalme ocasionan efectos directos e inmediatos y una periodicidad continua.
2. En la etapa de tránsito del camino mejorado se reafirmará el efecto de barrera y filtro para la movilización de fauna silvestre y doméstica y que puede ocasionar atropellamiento, es importante mencionar que este impacto ya existe dado que se trata de un camino en operación. Se considera un impacto con intensidad alta y de extensión total, permanente, indirecto, irregular y a corto plazo, se considera indirecto e irreversible.
3. Afectación de terrenos de cultivos de café y maíz por la línea de ceros que requiere el proyecto para cumplir con los requerimientos geométricos del camino y que tiene una intensidad media y es puntual al desmontar solamente el área marcada por el proyecto, aunque el momento es inmediato y el impacto directo y aparecerá en corto plazo.
4. Cambio de uso de suelo agrícola y forestal a camino.

A continuación, se describen los impactos por etapa del proyecto

Preparación del sitio

Instalación de obras provisionales:

Se afectará el suelo por la instalación de patio de maquinaria y almacenes en terrenos desprovistos de vegetación forestal y arbustiva que se indicaron en el capítulo II, se generará ruido por la llegada de personal, aproximadamente 169 trabajadores que se incorporarán por intervalos a la obra, vehículos y maquinaria, el ruido estresa y ahuyenta a la fauna, comenzará la generación de residuos por lo tanto se deberán ejecutar las fichas de manejo de residuos.

Desmonte y despalme:

La pérdida de la cobertura vegetal, correspondiente al ancho de la línea de ceros del proyecto en Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación ruderal arvense y asentamientos humanos este desmonte ocasionará a la vez disminución del hábitat de fauna silvestre con afectaciones negativas en zonas de apareo, nidación y alimentación. Con la eliminación de la vegetación se deteriora de manera visible la calidad del paisaje.

El despalme en provoca la pérdida de la capa fértil por remoción del horizonte 0 y A, incrementando su temperatura y exponiendo el suelo al intemperismo, impacto ligado también a la modificación de la calidad del agua en los escurrimientos naturales por aporte de sedimentos, en la fauna este efecto puede ser mayor al destruir madrigueras, la remoción del suelo afectará la calidad del aire por la dispersión del polvo. Si el material producto del despalme se coloca inadecuadamente en lo que espera para su utilización en obras de mitigación ambiental puede ser arrastrado por las lluvias y transportado a los cuerpos de agua.

Construcción

Cortes

Los cortes generarán impactos irreversibles y sin mitigación en la topoforma, además al retirarse el material de rocas, suelo y tierra se elimina en automático la vegetación, lo que afecta la calidad del paisaje y que como se mencionó en los impactos de desmonte y despalme tiene una relación con los elementos de agua, suelo y fauna y también con la calidad escénica del paisaje. Al momento de que la maquinaria realiza el corte hay generación de polvos y ruido, así como riesgo a los usuarios, ya que el proyecto se desarrolla sobre un camino en operación. Se estima un volumen de corte de 61,326.00 m^3, de los cuales 15,566.00 m^3 corresponden a material tipo A, 40,188.00 m^3 corresponden a material Tipo B y 5,572.00 m^3 a material tipo C; por su composición de material vegetal, el tipo A será utilizado para cubrir los arropes de los taludes, pues favorece la revegetación de la mismos. Del material tipo B y C, una parte será aprovechada para la formación de terracerías y el restante para los arropes de taludes. Cuando se realiza el corte para el ancho de la línea de ceros se afecta la estructura del suelo y por lo tanto la estabilidad de las laderas. Al depositarse el material producto de los cortes se afecta el suelo, plantas herbáceas, arbustos y escurrimientos naturales, éstos por la posible aportación de sedimentos.

Bancos de material

Al extraerse el material de los bancos, se afecta la capa vegetal que tiene repercusiones en la captación de agua de lluvia, con la extracción del material se afecta la estabilidad de las laderas, y la calidad escénica del paisaje.

Es importante mencionar que este estudio no solicita autorización para el uso de algún banco de material, toda vez que la empresa contratista debe elegir a su conveniencia el banco a utilizar el cual deberá contar con los permisos requeridos.

Acarreos

Durante el movimiento del material producto de los cortes y el material a la obra para los terraplenes puede resultar fuga de polvos y partículas de los camiones que los transportan postrándose sobre la superficie foliar, que obstruyen las estomas y disminuye su capacidad para tomar el dióxido de carbono atmosférico, el agua y la energía solar, necesarias para la realización del proceso de fotosíntesis.

Con el tránsito de los camiones se incrementa la posibilidad de atropellamiento de fauna de baja movilidad como reptiles y anfibios.

Obras de drenaje menor

El Camino E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca contará con 43 obras de drenaje tipo losa y tubo, no se requiere la construcción de ninguna obra de drenaje mayor. El primer posible impacto es la afectación a la calidad del agua y la aportación de sedimentos mientras se construyen. Al tratarse de escurrimientos naturales y de corrientes intermitentes no se afectará ningún flujo de agua.

Terracerías

La planta trituradora genera grandes cantidades de polvo ocasionado por la fractura y separación de los materiales pétreos, a la vez que el transporte de material sin cubrir los camiones ocasiona dispersión de polvo, en el caso de la compactación del suelo se afectará la recarga del agua. Las terracerías se construyen con material compactado, lo cual afectará la captación de agua de lluvia.

Pavimentación

La operación de las plantas de asfalto genera emisiones de gases producto de la combustión de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos en la mezcla que escapan de los equipos de control de vapores. En el tendido la carpeta asfáltica alcanza más de 100° C lo que altera la temperatura en el momento del vertido. Se afecta la infiltración del agua y por lo tanto la recarga del acuífero debido a la impermeabilización de la carretera. Posible afectación al pH de los escurrimientos por el vertido de carpeta asfáltica.

Obras provisionales, Preparación del sitio y Construcción

Durante toda la etapa de construcción de la carretera incluyendo las etapas previas y la limpieza del sitio se tiene el riesgo de incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos (botellas, latas, papel, materia orgánica, cartón), considerando que en el sitio no hay recolección de residuos por parte del municipio se deberán cuidar el almacén temporal hasta que sean depositados en el tiradero de San Jerónimo Sosola; respecto a los residuos especiales (cementantes, asfalto materiales pétreos residuales) y peligrosos (fuga de aceites en los equipos y maquinaria, así como el manejo inadecuado de combustibles, la reparación de vehículos en patios de maniobra, los cuales afectan la calidad, composición y estructura del suelo.
Probabilidad de atropellamiento a las especies de baja movilidad (herpetofauna) por vehículos y maquinaria.

Se estima un requerimiento de 50 vehículos y maquinaria en diferentes etapas del proyecto, éstos generarán gases GEI, producto de la combustión interna de la maquinaria a utilizar, afectando la calidad del aire. El tránsito de maquinaria pesada ocasionará un aumento en el nivel sonoro.

Los trabajadores en campo siempre tendrán riesgo de accidentes como caídas, resbalones, tropiezos y la ergonomía.

Operación

La concentración y la circulación de vehículos generan altos índices de ruido durante la operación del camino mejorado debido al funcionamiento del motor así como al rozamiento de las llantas con la superficie de rodamiento a la vez con el flujo diario de automóviles se producen gases y diversos compuestos orgánicos volátiles contaminando la atmósfera, otro impacto corresponde a que los usuarios de la carretera pueden arrojar "basura" a las orillas de la vialidad, sin embargo un mayor impacto se presenta por el efecto de barrera y filtro para la movilización de mamíferos y herpetofauna lo que podría implicar el atropellamiento, así como también posible afectación a la fauna doméstica que intenten cruzar la carretera, la ventaja es que no se colocará alguna barrera de separación de carriles y que se adecuarán 3 obras de drenaje como pasos de fauna.

Con el mejoramiento del camino existente a un tipo D mejorado se logrará que el tránsito de personas, bienes y servicios sea más rápido, cómodo y seguro, trayendo beneficios a los habitantes de las comunidades cercanas al eje del proyecto. Al asegurarse la circulación vehicular segura en todo el año incluyendo la época de lluvias se prevé que esto genere un aumento en la actividad comercial y mayor al reducirse distancias y tiempos de recorrido, mejorando la calidad de vida de los habitantes de esta zona.

Dentro del impacto benéfico por todo el tiempo que dure la construcción de la carretera tenemos que se contratará personal preferentemente de la zona con la finalidad de crear fuentes de empleo temporales para el beneficio de las economías familiares

Mantenimiento

El mantenimiento representará un impacto benéfico para la obra y los usuarios, en el caso del medio ambiente el desazolve de las obras de drenaje permitirá el flujo del agua a los escurrimientos, la limpieza del derecho de vía retirará residuos y deberán depositarse en los sitios adecuados para su disposición final. El impacto generado por la maquinaria y vehículos en el mantenimiento es mínimo.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, un Impacto ambiental residual es aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación (DOF, 2014).

Los impactos residuales que se consideran son los siguientes:

- El impacto ocasionado a la Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino en 5.6 ha es residual hasta que la cobertura vegetal sea restaurada mediante la aplicación de las medidas de compensación adecuadas, sin embargo la vegetación reforestada no será igual a la existente, ni los procesos ecológicos que se desarrollaban al inicio, lo que implica un impacto residual en paisaje y vegetación; impacto que eventualmente se irá reduciendo al ocurrir la colonización natural de especies de una comunidad secundaria que cada vez incluirá una mayor proporción de especies de la comunidad primaria existente, a lo largo de un proceso de sucesión natural de especies en comunidades.

- Los cortes que se estiman en 61,326.00 m^3 de material afectarán de forma permanente las laderas y topoformas, lo que puede tener incidencias en la estabilidad de las mismas.

- El impacto del aumento de ruido por los vehículos durante la operación del camino se considera un impacto residual que no será mitigado, y debido a que se dispensará en la zona, no se consideran medidas mayores para su mitigación.

- Los atropellamientos de fauna durante la etapa de operación son un impacto residual, que si bien se puede ver mitigado con la adecuación de 43 obras de drenaje como pasos de fauna para permitir el cruce de la fauna; el efecto de barrera no es mitigable, aunque sea un impacto ya existente al tratarse de un camino en operación.

- Los accidentes son en parte un impacto residual, y parte un impacto previsible. En primer lugar, durante los trabajos de construcción y sus etapas puede prevenirse; pero durante la etapa de operación este impacto está fuera del alcance de cualquier medida, siendo responsabilidad de los usuarios reducir o evitar este impacto.

- Pérdida de infiltración de agua por la compactación e impermeabilización del camino en 3.85 ha.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y SIGNIFICATIVOS

A continuación, se describen los impactos negativos acumulativos/sinérgicos:

- El retiro de vegetación forestal, cultivos temporales anual y vegetación ruderal y arvense en (3.85 has) correspondiente al ancho de la línea de ceros del proyecto y a los polígonos rectificados, ocasionan a la vez impactos en la fauna por destrucción directa de hábitat, sitios de percha, de anidamiento y de madriguera. Asimismo, al eliminar la vegetación el suelo será expuesto y favorecerá su erosión. Este impacto se prevé puede ser de gran importancia dada la susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica (suelos con altos contenidos de arcilla), puede generar un impacto sinérgico al promoverse el deslave de material hacia y desde la zona de obra, que pudiera llegar a rebasar los ceros del proyecto, e incluso el propio derecho de vía.

- Otro importante impacto sinérgico resultará del desmonte, despalme y corte de la franja dentro de los ceros del proyecto, así como la presencia de trabajadores, maquinaria y equipos. Esto conformará una importante barrera física, visual y auditiva para el desplazamiento de los organismos, particularmente mamíferos de mediano tamaño.

- Esta reducción en el espacio de movilización para los organismos podría repercutir en mayores presiones para el establecimiento de territorios, búsqueda de alimento, efectos sobre las poblaciones de presas que posteriormente se reflejarán como efectos en las poblaciones de

depredadores; efectos que a largo plazo y de forma permanente seguirán presentándose una vez que se hayan finalizado los trabajos de modernización. De ahí la importancia de la construcción de pasos para fauna de diferentes tamaños como medida de mitigación.

- El deterioro de la calidad de aire fue identificado como perjudicial, será máxima durante las actividades que utilizan maquinaria pesada, como en las actividades de acarreo de material para los terraplenes , la operación de la planta de asfalto, permitiendo a la atmósfera concentraciones de gases, al final, estas partículas habrán sido eliminadas por acción del viento, quedando solo las emitidas por los vehículos en circulación, que por su volumen no significativo serán esparcidas inmediatamente, resultando la calidad del aire igual a la existente antes de la construcción del proyecto. Contaminación del suelo por la generación de residuos producidos por los trabajadores y por los materiales sobrantes de pavimentación, así como riesgo de contaminación por derrame de sustancias peligrosas, por lo que se deberá aplicar inmediatamente las medidas de contención y limpieza del suelo.

V.6 Resumen y conclusiones

En la siguiente tabla se presenta los impactos identificados en el SAR

Tabla 5. 7 Impactos identificados en el SAR

Impactos Ambientales del SAR										
Actividades que actualmente se desarrollan	**Elemento**	**Impacto**	**Sinergia**	**Acumulación**	**Residual**	**Intensidad**	**Extensión**	**Duración**	**Efecto**	**Indicador**
Quema de residuos inorgánicos (plásticos, pet, unicel,) en las comunidades y en el tiradero municipal.	ATMÓSFERA	Generación y concentración de gases GEI por la quema de plásticos, pet, unicel, entre otros lo cual podría tener implicaciones en la salud de los pobladores	si	si	No	Moderada	Local	Temporal	Directo	Densidad aparente de humo
Tránsito de vehículos y camiones en los caminos alimentadores y federales de la región.	ATMÓSFERA	Generación de gases producto de la combustión interna de motores de fuentes móviles	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Directo	Aforo vehicular
Disposición de residuos sólidos urbanos inorgánicos, en menor cantidad especiales y en mínimo de residuos peligrosos en barrancas, corrientes de agua y terrenos.	SUELO Y AGUA	Contaminación del suelo y del agua de los escurrimientos.	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Indirecto	Número de sitios con disposición de residuos
Ampliación de la frontera agrícola.	FLORA	Incremento en la pérdida o transformación del hábitat.	Si	si	si	Moderada	Regional	Permanente	Directo	Fragmentación de la vegetación natural por la apertura de terrenos agrícolas.
Tránsito de vehículos y camiones en los caminos alimentadores y federales de la región.	FAUNA	Atropellamiento de fauna.	No	No	No	Alta	Local	Temporal	Directo	Número de animales atropellados en los caminos.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos generados por etapa del proyecto

Tabla 5. 8 Impactos generados por las actividades del proyecto

Preparación del sitio											
Actividad	**Elemento**	**Impacto**	**Tipo**	**Sinergia**	**Acumulativo**	**Residual**	**Intensidad**	**Extensión**	**Duración**	**Efecto**	**Indicador**
Desmonte	MICROCLIMA	Aumento local y puntual de la temperatura al eliminarse las hojas de árboles y arbustos y que tienen función de sombra.	Adverso mitigable	No	No	No	Baja	Puntual	Temporal	Indirecto	Aumento de los grados de la temperatura
Retiro de vegetación y de la capa de horizonte O	SUELO	Erosión	Adverso no mitigable	No	No	No	Moderada	Regional	Temporal	Indirecto	• Estabilidad de agregados • Gradiente y longitud de la pendiente
Obras provisionales, terracerías y compactación	AGUA	Disminución de la infiltración de agua de lluvia por la compactación del suelo por el almacén de maquinaria y descarga de material.	Adverso mitigable	No	No	No	Baja	Puntual	Temporal	Indirecto	Superficie compactada
Desmonte	FLORA	Remoción de vegetación forestal en una superficie de 5.6 de Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	Adverso no mitigable	Si	No	si	Muy Alta	Regional	Permanente	Directo	Reducción de la biodiversidad.
Desmonte y despalme	FLORA	Afectación de áreas de cultivos de maíz	Adverso no mitigable	No	No	si	Alta	Local	Permanente	Directo	Superficie desmontada y despalmada de terrenos agrícolas

Desmonte	FLORA	Afectación en algunas especies con algún estatus de riesgo Amenazada (A) en la NOM 059 SEMARNAT 2010.	Adverso mitigable	No	No	No	Moderada	Local	Temporal	Directo	Individuos eliminados
Desmonte	FAUNA	Disminución del hábitat de fauna silvestre (Destrucción de madrigueras)	Adverso no mitigable	No	No	si	Moderada	Local	Temporal	Indirecto	Superficie desmontada y despalmada
Despalme	FAUNA	Posible muerte de animales que se entierran (ranas, tortugas).	Adverso no mitigable	Si	No	No	Alta	Local	Temporal	Indirecto	Tasa de mortandad de animales silvestres
Construcción											
Despalme, cortes, banco de materiales, acarreos y terracerías	ATMÓSFERA	Generación de grandes cantidades de polvo, es decir de partículas M10	Adverso mitigable	No	No	No	Baja	Local	Temporal	Directo	Concentraciones ambientales de partículas PM10 y las PM2.5 en los sitios de las actividades
Cortes y banco de material	GEOMORFOLOGÍA	Con los cortes se dejan las laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	Adverso mitigable	Si	No	No	Alta	Local	Permanente	Indirecto	Perfil topográfico y volúmenes de corte
Terracerías y pavimentación	AGUA	Afectación la infiltración y por lo tanto la recarga del acuífero debido a la impermeabilización de la carretera	Adverso no mitigable	No	No	si	Moderada	Local	Permanente	Directo	Superficie impermeabilizada

Despalme, Cortes y acarreos	FLORA	Contaminación foliar de especies del área de influencia por la dispersión de polvos.	Adverso mitigable	No	No	No	Baja	Local	Temporal	Indirecto	Disposición foliar de polvo
Obras de Drenaje	FAUNA	Posible contaminación por verter accidentalmente concreto en cuerpos de agua que funcionan como bebederos.	Adverso no mitigable	No	No	No	Moderada	Regional	Temporal	Indirecto	Ph
Preparación del sitio y construcción											
Preparación del sitio y construcción	SUELO	Afectación a la calidad del suelo (contaminación) por vertidos accidentales de hidrocarburos, principalmente diésel y gasolina.	Adverso mitigable	No	No	No	Alta	Puntual	Permanente	Directo	Volumen de suelo contaminado con hidrocarburos
Despalme, cortes, banco de materiales, terracerías, pavimentación y obras de drenaje	AGUA	Modificación de la calidad del agua en los escurrimientos por sedimentos y cambio de Ph por posible vertido de residuos especiales	Adverso mitigable	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Indirecto	• Turbidez • Ph
Tránsito de vehículos y maquinaria que realizarán los trabajos de mejoramiento del camino	FAUNA	Afectación a la movilidad de fauna, en especial a especies de baja movilidad (Herpetofauna) por vehículos y maquinaria.	Adverso mitigable	No	No	No	Alta	Local	Temporal	Directo	Tasa de mortandad de animales silvestres por atropellamiento y registro en mapa.
Desmonte y cortes	PAISAJE	Deterioro visible de la calidad del paisaje.	Adverso no mitigable	No	No	No	Moderada	Local	Permanente	Indirecto	Calidad visual
Obras provisionales y construcción	ECONÓMICO	Creación de fuentes de empleo temporales	**Benéfico**	No	No	No	Moderada	Local	Temporal	Directo	Lista de nómina

Operación											
Pavimentación	ATMÓSFERA	Generación de gases por la operación de la planta asfáltica	Adverso no mitigable	si	si	No	Moderada	Puntual	Temporal	Directo	• Densidad aparente de humo • Trabajo horas de fuentes fijas y móviles
Pavimentación	MICROCLIMA	Aumento local y puntual de la temperatura en el momento de preparación y vertido de la carpeta asfáltica, la cual debe tener una temperatura de 160°C.	Adverso no mitigable	No	No	No	Baja	Puntual	Temporal	Indirecto	Aumento de los grados de la temperatura
Mantenimiento a las obras de drenaje	AGUA	El desazolve de las obras de drenaje permitirá el flujo del agua a los escurrimientos	**Benéfico**	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Indirecto	Libre flujo del agua
Tránsito de vehículos en el camino mejorado	FAUNA	Efecto de barrera y filtro para la movilización de fauna silvestre y doméstica (atropellamiento)	Adverso no mitigable	Si	Si	si	Alta	Local	Permanente	Directo	Tasa de mortandad de animales silvestres por atropellamiento y registro en mapa.
Tránsito de usuarios	SOCIAL	El tránsito de personas, bienes y servicios, será más rápido, cómodo y seguro.	**Benéfico**	No	Si	No	Alta	Local	Permanente	Indirecto	• Índice de Servicio Actual (ISA) • Resistencia a la Fricción
Tránsito	ECONÓMICO	Reducción de tiempo y costo en el traslado de personas y productos	**Benéfico**	Si	Si	No	Alta	Regional	Permanente	Indirecto	Tiempo de traslado
Todas las etapas											

La llegada y tránsito de maquinaria y camiones que transportan materiales y el producto de los cortes, la presencia de trabajadores y el tránsito de vehículos de los usuarios	ATMÓSFERA	Generación de ruido	Adverso no mitigable	Si	No	No	Moderada	Local	Permanente	Directo	Niveles sonoros en los frentes de trabajo.
Tránsito de maquinaria y vehículos de la constructora y de usuarios	ATMÓSFERA	Generación de gases producto de la combustión interna de motores de fuentes móviles	Adverso mitigable	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Directo	• Densidad aparente de humo • Trabajo horas de fuentes fijas y móviles • Número de vehículos y maquinaria y litros de combustible
Desde el desmonte y despalme hasta la operación del camino	SUELO	Uso de suelo	Adverso no mitigable	No	No	si	Moderada	Local	Permanente	Directo	Superficie que requiere cambio de uso de suelo de terrenos forestales y terrenos agrícolas a un suelo de bien común (camino)
Todas las etapas	SUELO	Contaminación del suelo por mala disposición de residuos sólidos urbanos, especiales y peligrosos.	Adverso mitigable	Si	Si	No	Moderada	Local	Temporal	Indirecto	• Total de volumen de residuos generados • Porcentaje de residuos no depositados en contenedores adecuados
Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	SOCIAL	Riesgo de accidentes laborales	Adverso prevenible	No	No	No	Baja	Puntual	Temporal	Indirecto	Índice de incidencia total de accidentes

Finalmente se determina que la modernización del camino: E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluyendo un entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca; es biológica y socialmente viable siempre y cuando se cumplan las restricciones y/o recomendaciones incluidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.

REFERENCIAS

CEPAL, 2009. Guía Metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. 129 pp. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/13abe04e-bd18-4505-aedc-b809be8d48ea/content

Conesa Fernández, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, (2ª ed.). Madrid: Editorial Mundi-Prensa.

DOF, 2014. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. Texto vigente, última reforma publicada DOF 31-10-2014.

DOF, 2023. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Texto vigente, última reforma publicada DOF 08-05-2023.

Franco López J. 2015. Evaluación del impacto ambiental: Técnicas y procedimientos metodológicos. Editorial Trillas, México. 309 pp.

https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manuales-2016/manual-atencion-ambiental-carreteras.pdf

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

SCT, 2016. Manual para estudios, gestión y atención ambiental en carreteras. 364 pp.

SEMARNAT, 2005. Indicadores básicos del desempeño ambiental de México. 348 pp. Esta obra está disponible a través de la página www. semarnat. gob.mx https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CG004668.pdf

SEMARNAT. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

2023 AÑO DE Francisco VILLA

"E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km ubicado en el estado de Oaxaca"

Capítulo VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional. 314

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 314

VI.1.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 315

VI.1.2. Impactos residuales. 331

VI.2 Programa de vigilancia ambiental. 332

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo). 350

VI.4 Plan de contingencia. 351

VI.4.1 Prevención de accidentes. 352

VI.4.2 Incendios. 352

VI.4.3 Accidentes asociados al transporte de material de la obra. 352

VI.4.4 Accidentes asociados a derrames. 353

VI.5 Trámites ambientales. 353

VI.5.1 Fijación de montos para fianza. 353

VI.6. Responsables de la aplicación del PMA. 354

VI. 7. Bibliografía. 355

VI.7.1 Recursos electrónicos. 358

Tabla 1 Tablas de coherencia 330
Tabla 2 Trámites ambientales requeridos 353
Tabla 3 Costo de las Medidas de Mitigación 354

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

En este capítulo se explican las medidas de mitigación diseñadas y propuestas para su evaluación con la finalidad de minimizar los impactos adversos identificados, evaluados y descritos en el capítulo 5.

Teniendo como base dicho análisis se definieron las medidas y estrategias de manejo más adecuadas a la naturaleza del proyecto, así como sus alcances para que permitan la prevención, mitigación y en dado caso la compensación de los efectos en el corto, mediano y largo plazo de los impactos ambientales mencionados.

Las mencionadas medidas y estrategias se plantean de forma integral en el llamado plan de manejo ambiental del proyecto, el cual se compone de programas, así como de las líneas estratégicas que agrupan a su vez las acciones a desarrollar, tanto por etapa como por componente ambiental.

Todo ello con el objetivo general de que las obras y acciones diseñadas para este proyecto, sean implementadas para lograr la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales previstos durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto aquí evaluado, esto se logrará mediante los siguientes objetivos particulares:

- Conservar los recursos naturales existentes actualmente en la zona donde se desarrollará el proyecto.
- Fomentar las buenas prácticas ambientales en las diferentes etapas del proyecto, teniendo siempre como premisa el principio precautorio, con el fin de garantizar el menor impacto ambiental posible en cada una de ellas.
- Generar los medios de registro, control y evaluación del desarrollo de las acciones, medidas y estrategias de supervisión y vigilancia ambiental para lograr los objetivos planteados.
- Establecer medidas específicas mediante calendarización que permitan el registro ordenado de las actividades vinculados al proyecto y sus resultados.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad aplicable, así como el respeto a los parámetros ahí indicados, en cada una de las etapas del proyecto, a través de parámetros claros, sencillos, medibles, bajo el principio de mejora continua.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

La totalidad de medidas de mitigación ambiental, así como sus indicadores y periodicidad se contemplan en este programa, siendo el mecanismo de regulación, verificación y supervisión, con el fin de concentrar todos los indicadores y poder realizar un seguimiento cuantitativo de los mismos, casi en tiempo real con la finalidad de prevenir, controlar, disminuir, mitigar y/o compensar todos los efectos de los diferentes impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto.

A este respecto y de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción XIII y

XIV, para el desarrollo del plan de manejo ambiental del proyecto, se consideran las siguientes definiciones:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra "mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- **De remediación**: acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **De compensación:** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **De reducción:** disminuir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento.

Las medidas que se sugieren incluir en el plan de manejo ambiental, después de analizar la totalidad de impactos ambientales con potencial de generarse por el desarrollo del proyecto son: a) preventivas; b) remediación; c) compensación y d) reducción.

Estas medidas se diseñaron y planificaron para su desarrollo considerando a todos los factores ambientales que resultaran afectados, así como considerando siempre la temporalidad de cada una de las etapas del proyecto, las condiciones actuales de la zona donde se realizaran y la normatividad aplicable, con lo anterior se considera que estas, sean adaptables en todo momento y puedan ser mejoradas o ajustadas en caso de ser necesario y siempre respondiendo a las necesidades generales y particulares del proyecto, tal y como se presenta a continuación.

VI.1.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Se deberá asegurar una identificación precisa, objetiva y viable de las diferentes medidas correctivas o de mitigación de los impactos ambientales, que deriven de la ejecución del proyecto desglosándolos por componente ambiental.

A continuación, se muestra el listado de las medidas que se proponen para disminuir el impacto ambiental a ocasionar por la modernización del camino: E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km 0+000 al km 8+000, incluyendo un entronque a nivel, desglosadas por componente ambiental, además de contemplar sus indicadores de éxito y cumplimiento; costo, duración, métodos de ejecución, requisitos de capacitación y confiabilidad bajo las condiciones locales.

Componente ambiental	Atmósfera
Actividad	**Despalme, cortes, banco de materiales, acarreos y terracerías**
Impacto ambiental	Generación de grandes cantidades de polvo, es decir de partículas M10 y partículas PM2.5
Indicador de impacto ambiental	Concentraciones ambientales de partículas PM10 y las PM2.5 en los sitios de las actividades
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Se realizará riego periódico de las áreas despalmadas para disminuir las fuentes de emisión de polvos, cuando se requiera particularmente durante la temporada de mientras se realiza la construcción, para mitigar el impacto de las laderas afectadas por los cortes también se revegetarán los taludes de los cortes garantizando con geomalla aquellas pendientes pronunciadas.
Duración	Al iniciar cada día de labores con un total de 4 aspersiones repartidas en el día, en las zonas donde se desarrollen las actividades mencionadas.
Indicador de cumplimiento Monitoreo.	Reporte quincenal del monitoreo con un medidor de calidad de aire para PM 10 y PM2.5
Objetivo	Evitar la dispersión de polvo, partículas PM10 y las PM2.5
Cálculo	• Número de riegos diarios por frente de trabajo. • Concentración de partículas PM10 y las PM2.5 antes del riego y después del riesgo
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	No es necesaria.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	El contratista deberá contar con un contrato para bastecer de pipas suficientes para el desarrollo de la actividad, el agua a emplear es tratada proveniente de aguas grises o similar, nunca potable o extraída e fuentes naturales.
Medidas correctivas	En caso de que los riegos sean insuficientes se evaluara cambiar los horarios de riego o incluso aumentar el número de aspersiones.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Suspender los riegos en caso de presentarse lluvias, emplear aspersores eficientes para no desperdiciar el recurso y realizar los riegos únicamente en los frentes activos de trabajo.
Fuente de información	NOM-085-SEMARNAT-2011: que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

	• NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental; que establece los valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. • Espín Mayorga, M. E. (2015). Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los cultivos agrícolas en los barrios "La Morita", "La Tola", "El Arenal", "La Esperanza" y Collaquí ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito. 185 hojas. Quito: EPN.
Actividad	**Todas las actividades a desarrollarse.**
Impacto ambiental	Generación de ruido por el uso de maquinaria pesada y la presencia de trabajadores.
Indicador de impacto ambiental	Niveles de ruido en los frentes de trabajo.
Tipo de medida	Mitigación, no es mitigable en las actividades de corte y trituración de material, solamente preventivo en los trabajos de mejoramiento del camino en las localidades urbanas y en horas nocturnas.
Descripción de la medida propuesta	Se proveerá a los trabajadores de equipo de seguridad adecuados y limitar los horarios laborales cuando se realicen los trabajos en la comunidad de, igualmente la planta trituradora no deberá ubicarse cercana a los poblados, ni operar en la noche.
Duración	Durante todo el desarrollo del proyecto.
Indicador de cumplimiento	Horario límites máximos permisibles: de 6:00 a 22:00 68 dB(A) de 22:00 a 6:00 65 dB(A)
Objetivo	No rebasar los límites máximos permisibles sonoros
Cálculo	Monitoreo con sonómetro y registro en bitácora semanalmente en los frentes de trabajo.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Capacitación básica en el empleo del material de seguridad proporcionado y de síntomas de alteraciones producidos por ruido.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	El contratista deberá de proveer el equipo de seguridad adecuado.
Medidas correctivas	La contratista deberá tener stock suficiente de todo el equipo de seguridad para el personal contratado ya que no se permitirá el inicio de las labores si existen faltantes.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	No aplica. Será el único camino de acceso a estas comunidades, por lo que no existen otros generadores de ruido en la zona.
Fuente de información	NOM-081-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. NOM-080-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
Actividad	**Todas las actividades a desarrollarse.**
Impacto ambiental	Generación de gases GEI producto de la combustión interna de motores de fuentes móviles y fijas

Indicador de impacto ambiental	• Densidad aparente de humo • Trabajo horas de fuentes fijas y móviles • Número de vehículos y maquinaria y litros de combustible
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Control de generación de gases GEI, producto de la combustión interna de fuentes móviles y maquinaria pesada
Indicador de cumplimiento	• % de total de vehículos y maquinaria / % de vehículos y maquinaria con verificación % de total de vehículos / % de vehículos de modelos recientes • Registro de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada
Objetivo	Minimizar las emisiones de gases GEI por la utilización de vehículos y maquinaría con motor de combustión interna, durante la modernización del camino
Cálculo	• % de total de vehículos y maquinaria / % de vehículos y maquinaria con verificación • % de total de vehículos / % de vehículos de modelos recientes. • Monitoreo quincenal en fuentes fijas con el método para determinar la densidad aparente visual del humo mediante la Carta de RINGELMANN.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Licencia de manejo vigente. Concientización sobre la relación de los gases GEIG y el cambio climático.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	Todo vehículo y/o maquinaria que no se encuentre con la verificación vigente no podrá operar en las diferentes actividades relacionadas con el proyecto hasta que cubra ese requisito.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Optimización de todos los viajes y trayectos. Recomendación sobre el empleo de modelos de maquinaria y vehículos menos contaminantes. Recomendación sobre el empleo de modelos de maquinaria y vehículos que no empleen combustibles fósiles.
Fuente de información	DGN-AA-1-1972 Norma Mexicana de Método de Prueba para Determinar la Densidad Aparente Visual del Humo Empleando la Carta de Ringelmann. (fuentes estacionarias). 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. NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como las emisiones de hidrocarburos volátiles provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

Componente Ambiental	Geomorfología
Actividad	**Cortes**
Impacto ambiental	Las laderas quedan expuestas a la intemperie y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.
Indicador de impacto ambiental	Perfil topográfico y volúmenes de corte finales que se correspondan con lo reportado en el proyecto geométrico, los cuales, corresponden a: • Material tipo A: 15,566.00 m^3 • Material tipo B: 40,188.00 m^3 • Material tipo C: 5,572.00 m^3
Tipo de medida	Mitigación
Descripción de la medida propuesta	Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, los cuales se han diseñado de acuerdo al proyecto geotécnico para la estabilidad de los taludes y permitir los escurrimientos naturales, además se llevará a cabo la revegetación de los taludes y terraplenes. En caso de que debido al grado de inclinación de la ladera no sea posible la revegetación, se deberán considerar obras de ingeniería como obras de anclaje, colocación de geomallas volumétricas etc.
Duración	Permanente.
Indicador de cumplimiento	Reporte de secciones de topografía y superficie estabilizada
Objetivo	Estabilizar los taludes de los cortes
Cálculo	(Superficie de taludes revegetados / el número total de taludes y terraplenes por 100).
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Licencia de operador de maquinaría vigente. Conocimiento previo sobre el proyecto geométrico.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	En caso de que existiere una alteración accidental a zonas fuera del área de afectación directa del proyecto, esta deberá subsanarse inmediatamente.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Existirá un supervisor ambiental en la zona durante el desarrollo de la actividad verificando que la zona a trabajar sea respetada. Se exigirá el empleo de maquinaria de dimensiones necesarias, no sobrepasadas a las dimensiones del proyecto, para evitar incidentes. La actividad se realizará por fases, entre las cuales se realizará el retiro del material cortado para evitar su dispersión fuera de las zonas del proyecto.
Fuente de información	SCT. Manual de proyecto geométrico de carreteras. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/ N·CTR·CAR·1·01·014/00: Esta Norma contiene los aspectos a considerar en el abatimiento de taludes en cortes o de terraplenes, en carreteras de nueva. construcción. Referencia; El abatimiento de taludes son los trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, que resulte estable. Esta Norma se complementa con las siguientes: Ejecución Obras.N·LEG·3 Cortes N·CTR·CAR·1·01·003 Acarreos …… N·CTR·CAR·1·01·013

Componente ambiental	Suelo
Actividad	**Despalme**
Impacto ambiental	Se perderá la capa más fértil del suelo durante el despalme. Así también los horizontes del mismo, haciéndolo susceptible a la erosión.
Indicador de impacto ambiental	• Estabilidad de agregados • Gradiente y longitud de la pendiente
Tipo de medida	Mitigación
Descripción de la medida propuesta	Resguardo del suelo fértil para después utilizarlo en las actividades de revegetación.
Duración	
Indicador de cumplimiento	Volumen de suelo resguardado y utilizado en las actividades de revegetación.
Objetivo	Utilizar el suelo producto del despalme
Cálculo	Volumen de suelo producto del despalme contra volumen de suelo resguardado y utilizado en actividades de revegetación.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	En la recuperación y resguardo del sustrato fértil. Proceso de elaboración de compostas. Procesos de revegetación.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	El programa de recuperación de suelos contempla las medidas de corrección.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	En el extremo caso de que exista una pérdida significativa del sustrato, éste se repondrá con material de naturaleza similar proveniente de fuentes certificadas, nunca se hará extracción de sustrato de la zona. En caso de que el resultado de sustrato obtenido sea mayor al necesario para el desarrollo de las actividades contempladas, el excedente será entregado a las autoridades municipales para el desarrollo de actividades similares o
Fuente de información	Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. 3° Edición (revisada, corregida y aumentada). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). Instituto Mexicano del Transporte. Impacto ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la explotación de bancos de materiales y construcción de cortes y terraplenes. Sanfandila, Qro, 2000
Actividad	**Todas las actividades a desarrollarse.**
Impacto ambiental	Contaminación del suelo por mala disposición de residuos sólidos urbanos, especiales y peligrosos.
Indicador de impacto ambiental	• Total de volumen de residuos generados • Porcentaje de residuos no depositados en contenedores adecuados
Tipo de medida	Preventiva

Descripción de la medida propuesta	Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos, residuos de tratamiento especial y residuos peligrosos.
Duración	Toda la duración del proyecto.
Indicador de cumplimiento	Cobertura de disposición final
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo por la mala disposición de residuos sólidos urbanos, de tratamiento especial y peligrosos.
Cálculo	Indicador de eficacia en % (RG/RD+RR) x 100. RGs= Residuos generados RDs = Residuos depositados RR= Residuos llevados a un centro de reciclaje* No aplica para peligrosos
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003. Uso y clasificación de los diferentes residuos y su correspondencia con los contenedores. Ubicación de almacenes y contenedores en el área del proyecto.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	en caso de que los contenedores no sean suficientes se realizara una revisión para determinar si el numero contemplado no fue correcto/ si la periodicidad de recolección de residuos es inadecuada y para determinar la fuente de generación de residuos adicionales o no contemplados para que en caso de que ésta pueda ser disminuida, lo sea.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Evitar la combinación de diferentes tipos de residuos. Desarrollar medidas de reducción de residuos en todas las actividades. Destinar los residuos reciclables a los centros de acopio convenientes. Evitar en todo momento la quema de los residuos, su dispersión o vertido en áreas no autorizadas.
Fuente de información	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de Enero de 2021.
Actividad	**Todas las actividades contempladas en las etapas de preparación del sitio y construcción.**
Impacto ambiental	Afectación a la calidad del suelo (contaminación) por vertidos accidentales de hidrocarburos, principalmente diésel y gasolina.
Indicador de impacto ambiental	Volumen de suelo contaminado
Tipo de medida	Preventiva y correctiva
Descripción de la medida propuesta	Las reparaciones mecánicas y carga de combustible deberán realizarse colocando una capa impermeable, puede ser una lona. En caso de presentarse un derrame accidental de una sustancia tóxica se deberá proceder a la limpieza inmediata. El CONTRATISTA dispondrá de personal o terceros contratados a tal fin para retirar y disponer los residuos generados de acuerdo a las normas vigentes. Se deberá de capacitar al personal de la obra para que realicen el correcto manejo de los residuos generados en la obra.
Duración	Las etapas de preparación del sitio y construcción.

Indicador de cumplimiento	Número de incidentes de derrames atendidos
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo por hidrocarburos
Cálculo	Volumen de suelo contaminado/Volumen de suelo recuperado
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Procesos de prevención de derrames sobre el suelo. Contención y resguardo del sustrato contaminado.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	En caso de que el número de incidentes de derrames sea excesivo se realizará una segunda jornada de capacitación y concientización ambiental, en el personal implicado. Los vehículos que presenten repetidos incidentes de derrames serán retirados del área del proyecto, independientemente de si presentan la verificación vigente.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Los almacenes de sustrato contaminado y otros residuos peligrosos deberán ser vaciados periódicamente.
Fuente de información	DOF, Diario Oficial de la Federación, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2003, última reforma publicada el 18 de enero de 2021. Instituto Mexicano Del Transporte. Medidas de mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre. Sanfandila, Qro, 2004
	Agua
Actividad	**Obras provisionales**
Impacto ambiental	Disminución de la infiltración de agua de lluvia por la compactación del suelo por el almacén de maquinaria y descarga de material.
Indicador de impacto ambiental	Superficie afectada por la instalación temporal de patios de maquinaria y /o bodegas.
Tipo de medida	Mitigación
Descripción de la medida propuesta	Al finalizar la etapa de construcción, la superficie afectada por las obras provisionales deberá descompactarse.
Duración	2 días.
Indicador de cumplimiento	• Superficie descompactada • Anexo fotográfico del antes y el después
Objetivo	Recuperar la capacidad del suelo para la infiltración de agua de lluvia en las áreas compactadas usadas como patio de maquinaria y/o almacén.
Cálculo	(Superficie compactada/Superficie descompactada) *100
Requisitos de capacitación del	Licencia de operador de maquinaria vigente.

personal para su desarrollo	
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	El supervisor ambiental del proyecto, deberá estar presente en el desarrollo de la actividad de manera que quede evidencia de ésta y que se desarrolle en las zonas indicadas.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	En caso de periodo extraordinario de lluvias se realizará el levantamiento temporal de los frentes de trabajo y obras provisionales hasta que las condiciones ambientales mejoren.
Fuente de información	Soane, B.D. and C. y Ouwerkerk. 1994 In: Soil compaction in crop production, p. 1-21. Eds. B.D. Países Bajos. Elsevier Science.
Actividad	**Sustitución y construcción de obras de drenaje**
Impacto ambiental	En la época de lluvias se afectará el flujo del agua hasta encauzarla a los escurrimientos naturales.
Indicador de impacto ambiental	Libre escorrentía
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Las obras de drenaje deberán realizarse en época de estiaje, toda vez que el trazo del camino no atraviesa escurrimientos perennes.
Duración	
Indicador de cumplimiento	Calendario de actividades
Objetivo	Evitar la afectación de los escurrimientos naturales
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Procesos constructivos empleados en obras de drenaje. Trazo, orientación y dimensiones de la obra de drenaje propuesta en el proyecto geométrico.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	El supervisor ambiental del proyecto deberá estar presente en el proceso de construcción de las obras de drenaje.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	En caso de que las obras construidas no sean las propuestas en el proyecto geométrico, las mismas deberán ser demolidas y construidas las indicadas en su lugar antes de continuar con el proyecto, y los costos de este proceso serán absorbidos por la contratista.

Fuente de información	Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros en Escurrimiento del Agua Superficial. José Luis Hernández Michaca, et al. Publicación Técnica No. 141. Sanfandila, Qro, 2000.
Actividad	**Todas las actividades a desarrollarse durante la etapa de construcción.**
Impacto ambiental	Contaminación del agua y cambio de pH por posible vertido de residuos especiales y/o peligrosos.
Indicador de impacto ambiental	•Turbidez • pH •Contenido de materia orgánica.
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Se prohibirá la disposición de residuos especiales y peligrosos cerca de los escurrimientos, así como no se permitirá el lavado de ollas en las corrientes cercanas, se deberá destinar un espacio para esta actividad desecando el producto para después retirarlo del sitio y disponerlo como residuo especial de la construcción. Prohibición total de composturas o revisiones de aceite fuera de las zonas de mantenimiento de automotores. La contratación de sanitarios portátiles será obligatoria. De acuerdo a los lineamientos de la SEMARNAT en la materia se calculan: No. trabajadores: 89 No. de baños recomendados por SEMARNAT: 7 No. de baños si la obra se realiza en época de estiaje por recomendación del fabricante: 8
Duración	Etapa de construcción.
Indicador de cumplimiento	Bitácora de manejo de residuos especiales. Contrato y bitácora por renta de sanitarios portátiles y su mantenimiento.
Objetivo	Evitar la contaminación del agua por vertido de residuos especiales o residuales.
Cálculo	Bitácora de manejo de residuos especiales. Reporte de inspección de escurrimientos que atraviesa el camino y cuerpos de agua cercanos.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Concientización sobre el cuidado del ambiente. Ubicación de los cauces. Protocolo de contención y manejo de derrames accidentales. Ubicación y empleo de los sanitarios portátiles.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	En caso de que exista un incidente, este deberá ser contenido de manera que se evite la dispersión del mismo por la corriente.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Las zonas de las riberas deberán estar acordonadas y los campamentos retirados de las mismas. El uso de sanitarios portátiles implica un gran ahorro pues su gasto es de 240 l por 750 descargas, mientras que los sanitarios domiciliaros gastan 6,000 l en el mismo uso.
Fuente de información	Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

	https://www.opein.com/calculadora-banos-portatiles/ Indicadores calidad del agua. Fuente: Subdirección General Técnica, CONAGUA. Fuente: SEMARNAT, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2011, con base en: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, octubre 2005. SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México, 1a edición, CNA, México, 2011. En https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet28b9.html
	Flora
Actividad	**Desmonte, Despalme**
Impacto ambiental	Remoción de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino-Pino en una superficie de 23,097.29 m^2 (2.3 ha). El resto de la superficie de afectación se compone de zonas con vegetación ruderal, arvense, pastizal inducido, cultivos de temporal, así como zonas dentro de las localidades (asentamientos humanos).
Indicador de impacto ambiental	Superficie de vegetación forestal desmontada
Tipo de medida	Mitigación
Descripción de la medida propuesta	Ejecución de las acciones contenidas en el programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
Duración	
Indicador de cumplimiento	Registros de la sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.
Objetivo	Garantizar el 80 % de la sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.
Cálculo	Sobrevivencia = división del total de individuos rescatados vivos sobre el total de individuos reubicados / 100).
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Técnicas de rescate de individuos de flora silvestre.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	Los programas ambientales contienen las medidas correctivas y de contingencia a aplicar.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Las plantas rescatadas serán contenidas en un vivero para asegurar su supervivencia y en caso de condiciones climáticas extremas a las registradas en la zona su tiempo de resguardo se prolongaría y con ello se pospondría los periodos contemplados en los programas ambientales.

<table>
<tr><td>Fuente de información</td><td>Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
Arriaga, V. et al. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas, Instituto Nacional de Ecología, México D.F. Vázquez-Yanes, C., Orosco, S. A., Rojas, M., Sánchez, M. A. y Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica.
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de flora y fauna silvestres- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión.</td></tr>
<tr><td></td><td>Flora y paisaje</td></tr>
<tr><td>Actividad</td><td>Desmonte y despalme</td></tr>
<tr><td>Impacto ambiental</td><td>• Alteración y desplazamiento de la vegetación original en el área de afectación del proyecto, la cual se compone de la siguiente forma:
<table>
<tr><th>Concepto</th><th>Descripción</th><th>Cálculo</th><th>Superficie</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Área de afectación</td><td>Superficie proyectada, correspondiente al ancho de línea de ceros SLC del proyecto</td><td>Tabla de superficie de línea de ceros requerida para cumplir con las especificaciones geométricas del proyecto</td><td>104,072.70 m^2
10.41 Ha</td></tr>
<tr><td>Superficie faltante, correspondiente a la Superficie línea de ceros del proyecto menos la Superficie de corona actual</td><td>104,072.70 m^2- 48,000 m^2
10.41 Ha – 4,8 Ha</td><td>56,072.70 m^2
5.61 Ha</td></tr>
<tr><td colspan="2">Área CUSTF, cambio de uso de suelo en terrenos forestales</td><td>23,097.29 m^2
2.30 ha</td></tr>
</table>
• Deterioro visible de la calidad del paisaje</td></tr>
<tr><td>Indicador de impacto ambiental</td><td>Superficie afectada por desmonte y despalme.</td></tr>
<tr><td>Tipo de medida</td><td>Compensación</td></tr>
<tr><td>Descripción de la medida propuesta</td><td>Reforestación de 2.30 ha con especies nativas a la zona del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Duración</td><td></td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento</td><td>Sobrevivencia de las plantas reforestadas.</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td>Garantizar la sobrevivencia del 80% de los individuos reforestadas</td></tr>
<tr><td>Cálculo</td><td>Cálculo de la sobrevivencia = (división del total de individuos plantados sobre el total de individuos reforestados vivos / 100).</td></tr>
<tr><td>Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo</td><td>Técnicas de preparación del terreno para reforestación.
Tipo de cepa y densidad de siembra a realizar.
Manejo de plántulas forestales.
Cuidado y mantenimiento de plántulas en viveros y de la plantación.</td></tr>
<tr><td>Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales</td><td>No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.</td></tr>
</table>

Medidas correctivas	Los programas ambientales contienen estas medidas.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	Se empleara hidrogel durante el proceso de siembra, para que en caso de sequía prolongada las plántulas y plantas recatadas tengan mejores posibilidades de sobrevivir.
Fuente de información	Comisión Nacional Forestal. Prácticas de reforestación. México. 2010. 66 p. Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
	Fauna
Actividad	**Desmonte, despalme y cortes.**
Impacto ambiental	Disminución del hábitat de fauna silvestre por deterioro o desaparición de las zonas de apareo, nidación, alimentación, así como la posible afectación de algún individuo de hábitos de enterramiento como reptiles y anfibios, así como alguna especie enlistada en la NOM-059, que aunque en el momento de realizar los muestreos en el sitio de afectación directa del proyecto no nos percatamos de la presencia de alguna, en el sistema ambiental regional se registraron 3 especies listadas en la mencionada Norma Oficial Mexicana.
Indicador de impacto ambiental	• Número de madrigueras, nidos dañados • Índice de mortandad/ abundancia de especies en el área de influencia directa
Tipo de medida	Prevención y mitigación
Descripción de la medida propuesta	Implementación del programa de protección y conservación de fauna silvestre, la reubicación de especies susceptibles por su baja movilidad como anfibios y reptiles. Se realizará el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna. Se restituirá la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat para la fauna desplazada
Duración	Durante el desarrollo de las actividades mencionadas.
Indicador de cumplimiento	Reporte del programa de protección y conservación de fauna silvestre. Bitácora de especies reubicadas con mapa. Seguimiento al programa de reforestación.
Objetivo	Reducir el impacto a la fauna asociado a la perdida de hábitat así como evitar la disminución de las poblaciones de fauna silvestre
Cálculo	Abundancia de especies observadas durante los trabajos de modernización del camino en el área de influencia directa.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Manejo y contención de individuos de fauna silvestre. Manejo y rescate de individuos de fauna silvestre, crías, nidos, huevos, etc. Manejo zootécnico de individuos de fauna silvestre.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.

las condiciones locales	
Medidas correctivas	Los programas ambientales contienen estas medidas.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	En caso de condiciones ambientales extremas, el resguardo de los individuos recatados se prolongaría. El estado del sitio propuesto para la reubicación será revisado anticipadamente con el fin de asegurar la sobrevivencia de los organismos.
Fuente de información	• Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143. Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57. • DOF. NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de 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.
Actividad	**Acarreos, Preparación del sitio y construcción**
Impacto ambiental	Atropellamiento de fauna y afectación a movilidad por vehículos y maquinaria por actividades vinculadas al proyecto.
Indicador de impacto ambiental	Tasa de mortandad de animales silvestres por atropellamiento y registro en mapa.
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Ahuyentamiento de la fauna al inicio de los trabajos, implementación de los programas de acciones de protección y conservación de fauna silvestre y reubicación de las especies de baja movilidad. Capacitación a los trabajadores y platicas de sensibilidad ambiental para que permitan el libre tránsito de la fauna.
Duración	Durante la duración de las etapas mencionadas.
Indicador de cumplimiento	Ausencia de fauna silvestre durante el tiempo que se realicen las actividades de modernización del camino
Objetivo	Ahuyentar la fauna previo al inicio de las actividades diarias para evitar el atropellamiento de fauna silvestre.
Cálculo	Por grupo faunístico: número de individuos atropellados o muertos por alguna actividad relacionada con el proyecto /total de individuos registrados por grupo faunístico en el área del proyecto y área de influencia antes del proyecto. Registro de evidencia indicando: nombre científico, familia, orden, estatus en la NOM-059, coordenadas UTM.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Manejo y contención de fauna silvestre local. Identificación de las especies de fauna local.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.

Medidas correctivas	Se realizaran recorridos de reconocimiento a fin de ubicar cruces naturales de fauna y en caso necesarios señalizarlos y hacer de conocimiento de los operadores de vehículos para que bajen la velocidad en estos puntos, sobre todo en las primeras horas de la mañana y al atardecer.
Medidas de prevención de desastres, reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	En caso de que las condiciones metereológicas o ambientales incrementen el tránsito de animales por zonas de cruce con las rutas de traslados, éstos se detendrán por completo hasta que las condiciones se normalicen para evitar dañar a los individuos de fauna silvestre.
Fuente de información	Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143. Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57. Ley General de Vida Silvestre: El tema que regula esta Ley consiste en 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.
Actividad	**Tránsito**
Impacto ambiental	Efecto de barrera y filtro para la movilización de fauna silvestre y doméstica (atropellamiento)
Indicador de impacto ambiental	Índice de mortandad de fauna por atropellamientos.
Tipo de medida	Prevención y mitigación
Descripción de la medida propuesta	Adaptación de 3 pasos de fauna en áreas conservadas y con mayor actividad de fauna y colocación de 2 señalamientos que indiquen el respeto hacia la fauna silvestre.
Duración	Toda la vida útil del proyecto.
Indicador de cumplimiento	Número de atropellamiento en lo largo de la carretera/número de avistamientos que usan los pasos de fauna
Objetivo	Reducir la incidencia de atropellamientos en la fauna silvestre en 4.94 kilómetros del camino.
Cálculo	• No. de atropellamiento en lo largo de la carretera/No. De Avistamientos que usan los pasos de fauna. • Registro de evidencia indicando: nombre científico, familia, orden, estatus en la NOM-059, coordenadas UTM, causa de la muerte.
Requisitos de capacitación del personal para su desarrollo	Empleo de cámaras trampa. Monitoreo de fauna silvestre. Identificación por técnicas indirectas de fauna silvestre. Ambientación de pasos de fauna.
Métodos de ejecución, y confiabilidad bajo las condiciones locales	No se prevén inconvenientes para el desarrollo de la actividad, ni su monitoreo derivado de la ubicación geográfica del área del proyecto.
Medidas correctivas	Se contemplan mejoras en la ambientación de los pasos de fauna en caso de que los mismos no sean empleados por la fauna silvestre local.
Medidas de prevención de desastres,	En caso de que los pasos de fauna se inunden o deterioren por condiciones climatológicas se propondrá su rehabilitación.

reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	
Fuente de información	Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Manual de Diseño de Pasos para Fauna Silvestre en Carreteras. México. 2020.
	Social
Actividad	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento**
Impacto ambiental	Riesgo de accidentes laborales
Indicador de impacto ambiental	Índice de incidencia total de accidentes
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	Capacitación y vigilancia para que los trabajadores cumplan con las normas de la STPS y SEMARNAT. Se estiman un total de 10 capacitaciones y un refuerzo de 3 más en caso de ser necesario, pasados 2 meses desde el inicio del proyecto. Deberán contar con un botiquín de primeros auxilios, así como los teléfonos de emergencias y ubicar los centros de salud más cercanos.
Indicador de cumplimiento	Lista de asistencia a las capacitaciones
Objetivo	Disminuir la incidencia de accidentes en los frentes de trabajo
Cálculo	(Trabajadores asistentes a la capacitación/total de trabajadores)*100
Fuente de información	Rodas Alfaya, Leticia; Sánchez Larrión, Raúl. Design of indicators to measure occupational accidents: the Spanish case. Revista Espacios. Vol. 40 (Nº 32). 2019
Actividad	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento**
Impacto ambiental	Aumento de riesgo de accidentes de tránsito por recorridos de camiones y maquinaria pesada.
Indicador de impacto ambiental	Incidencia de accidentes de tránsito
Tipo de medida	Preventiva
Descripción de la medida propuesta	El contratista deberá controlar el correcto estado y funcionamiento de los camiones, equipos y maquinaria pesada, tanto propio como de los Subcontratistas, así como verificar el estricto cumplimiento de las normas de tránsito vigentes, en particular la velocidad de desplazamiento de los vehículos. Esta medida tiene por finalidad Se deberá disponer una correcta señalización de los frentes de obra, con el objetivo de minimizar los riesgos hacia la población en general.
Indicador de cumplimiento	0% de accidentes de tránsito
Objetivo	Prevenir accidentes hacia las personas y personal que transitan en el camino y de esta manera minimizar al máximo la probabilidad de ocurrencia de incidentes.
Cálculo	Registro de incidentes de accidentes
Fuente de información	Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte. Medidas de mejora para problemas de seguridad vial en la infraestructura. Publicación Técnica No. 563 Sanfandila, Qro, 2019

Tabla 1 Tablas de coherencia

VI.1.2. Impactos residuales.

En cuanto a los impactos residuales, las medidas propuestas son de compensación, ya que sus efectos serán permanentes durante la vida útil de la vialidad, los listados de estos y las medidas propuestas se desarrollan a continuación.

Componente ambiental	Microclima
Actividad	**Desmonte y pavimentación**
Impacto ambiental	Aumento local y puntual de la temperatura al eliminarse las hojas de árboles y arbustos y que tienen función de sombra y en el momento de preparación y vertido de la carpeta asfáltica, la cual debe tener una temperatura de 160°C.
Indicador de impacto ambiental	Aumento local y puntual de la temperatura
Tipo de medida	Compensatoria
Descripción de la medida propuesta	El impacto no es mitigable, sin embargo como medida de compensación se reforestará 2.3 ha.
Duración	Permanente, durante toda la vida útil del proyecto
Fuente de información	Ley General de Cambio Climático: contempla el de responsabilidad ambiental, y señala que quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.
Componente ambiental	**Suelo**
Actividad	**Todas las etapas**
Impacto ambiental	Cambio de uso de suelo de agrícola y forestal a camino en 23,097.29 m2 (2.30 ha).
Indicador de impacto ambiental	Superficie afectada por el cambio de uso de suelo
Tipo de medida	No es un impacto mitigable
Componente ambiental	**Agua**
Actividad	**Terracerías y pavimentación**
Impacto ambiental	Afectación la infiltración y por lo tanto la recarga del acuífero debido a la impermeabilización del camino.
Indicador de impacto ambiental	Superficie impermeabilizada (56,000 m^2)
Tipo de medida	No mitigable

Medidas de Compensación

- Se efectuarán un proyecto de reforestación el programa de reforestación de 2.30 ha, para lo cual se emplearán individuos de especies nativas a la zona del proyecto.
- Los materiales productos del desmonte y despalme no quedarán abandonados a un lado del derecho de vía, por lo contrario, serán empleados como abonos en tratamientos de suelo.
- El banco de tiro deberá reforestarse, podrá usarse material del despalme para mejorar el suelo y asegurar la supervivencia de las plantas en estos sitios.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental.

Para asegurar la funcionalidad de las medidas aquí planteadas, se deberá establecer acuerdos específicos entre los responsables de ejecutarlas y el resto de involucrados a manera de que los canales de comunicación y el desarrollo de las diferentes actividades, así como los tiempos en que se harán sean del conocimiento de todos ellos, de manera que no haya interferencias entre las diferentes áreas. El Programa de vigilancia ambiental está conformado por las siguientes fichas, las cuales permitirán evaluar las medidas de mitigación:

1.- Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre.
2.- Manejo del material fértil producto del despalme.
3.- Manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.
4.- Manejo adecuado de residuos peligrosos.
5.- Manejo adecuado de residuos de manejo especial.
6.- Acciones de ahuyentamiento de fauna.
7.- Acciones de protección y conservación de la fauna silvestre.
8.- Adecuación de las obras de drenaje a pasos de fauna.
9.- Acciones para el control de la dispersión de polvos.
10.- Acciones para el control de generación de gases, producto de la combustión interna de automóviles.
11.- Acciones de revegetación de los taludes y terraplenes.
12.- Programa de reforestación.
13.- Instalación de señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.
14.- Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales.
15.- Instalación de sanitarios portátiles.
16**.-** Conservación y protección a los componentes hídricos.
17.- Capacitación ambiental a todos los trabajadores.

FICHA 1					
Tipo de medida:	**Programa de Rescate y Reubicación de Flora**				
Prevención		**Mitigación**	**X**	**Compensación**	
Impacto (s) al que va dirigido:		Remoción de vegetación forestal secundaria arbórea de bosque de encino pino, por la construcción del camino		Descripción: El retiro de la vegetación serán gradual y de forma manual con el uso de machetes, hachas y motosierras, el derribo será direccional dentro de la línea ceros respectando la vegetación aledaña, no se utilizará para el	

	(Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.	corte de la vegetación maquinaría, sustancias químicas ni fuego. El material forestal (troncos) se colocará en la periferia del camino de tal manera que sea aprovechado por los lugareños. El material vegetal (hojas, ramas) se mezclará con el suelo producto del despalme. El personal responsable de la ejecución del programa deberá realizar recorridos durante las actividades de desmonte y despalme, si encuentra especies susceptibles se realizarán acciones de rescate. Se construirá un vivero temporal para el resguardo de la flora rescatada, el cual deberá estar techado con malla de sombra y una parte del vivero estará descubierta para las plantas que requieran sol, deberá contar con agua para el riego de las plantas y estará cercado para evitar los animales depredadores. Durante el rescate se considerarán especies de interés biológico-ecológico, especies nativas cuyos efectos restauradores que ayuden a conservar el suelo a revertir los procesos de degradación, control de la erosión, estabiliza bancos de arena, barreras rompevientos etc. De las especies consideradas por su interés biológico- económico se contemplaron aquellas especies de las cuales se utiliza la madera o son utilizadas como cercos vivos. En caso de encontrarse con individuos arbóreos de diámetros grandes que no puedan extraerse el ejemplar completo se aplicaran las técnicas de recate como es rescate de frutos, semillas o esquejes. También se rescatan individuos arbustivos.
Etapa y tiempo de aplicación:	Preparación del sitio y Construcción.	
Criterio normativo:	NOM-059-SEMARNAT-2010. NOM-007-SEMARNAT-1997.	
Lugar de Aplicación:	Áreas de afectación del camino, donde se removerá especies arbóreas y arbustivas.	
Recursos necesarios:	Instalación de un vivero temporal y herramientas de jardinería.	
Objetivos.	Evitar que la superficie de afectación del proyecto sea mayor que la que el proyecto geométrico estima.	
Alcances.	Respetar las dimensiones de afectación planteadas en el proyecto, siempre que no existan condiciones extraordinarias o externas al mismo que impidan dicha meta.	
Costo aproximado:	El programa incluye construcción del vivero temporal, material de jardinería y la reubicación de las especies en áreas conservadas del SAR.	
	Total: $209,600.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento y seguimiento:	El principal indicador será la sobrevivencia de las plantas reubicadas. (división del total de individuos vivos sobre el total de individuos reubicados por 100).	Se realizara informes de cumplimiento de las acciones del programa de rescate y reubicación de flora silvestre, se incluirá las bitácoras de rescate y reubicación, así como los registros de sobrevivencia de individuos y un informe fotográfico.
Medidas emergentes cuando no se obtenga	Para verificar el éxito de las acciones de reubicación en caso de que los organismos reubicados o las plántulas no sobrevivan deberá procederse a su sustitución con los individuos que resulten de la propagación por las semillas	

los resultados esperados:	colectadas en las etapas anteriores o de la propagación por otros medios, se recomienda la reproducción vegetativa de las plantas rescatadas y así incrementar el número de plantas disponibles para la reubicación.

FICHA 2					
Tipo de medida:	Manejo del material fértil producto del despalme				
Prevención		Mitigación	X	Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Disminución de la cobertura vegetal en el camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.			**Descripción:** Durante las actividades de despalme se perderá la capa fértil del suelo, este suelo se mezclará con el material vegetal como (hojas y ramas) y será acamellonado en sitios desprovistos de vegetación y alejados de los cuerpos de agua. Se cubrirá con una lona para evitar la erosión hídrica y eólica, parte de este suelo será utilizado como sustrato para las plantas en resguardo en el vivero y posteriormente en las superficies que se van a reforestar. El suelo restante se utilizará para las obras de descompactación de los sitios de obras provisionales. Ya descompactado mecánicamente el suelo se esparcirá agua sobre él, para humedecer la superficie, hasta dejarla con un grado de humedad del 40%, para evitar la emisión de partículas de suelo a la atmosfera, estas operaciones se realizarán de preferencia durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde.
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, construcción.				
Criterio normativo:	Buena prácticas de conservación de Suelos.				
Lugar de Aplicación:	En las áreas de afectación del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.				
Recursos necesarios:	Costales, lonas y herramientas (palas, hachas, machetes y motosierras).				
Objetivos.	Evitar la pérdida de sustrato fértil en las zonas donde se desarrollará el proyecto.				
Alcances.	Se resguardara el sustrato de la zona de afectación directa del proyecto.				
Costo aproximado:	El costo incluye herramientas como (hacha, machetes y motosierras)				
	Total: 12,488.00			**Registro de cumplimiento**	
Indicador de cumplimiento:	Se presentará un informe con anexo fotográfico y la bitácora de registro del volumen de suelo fértil recuperado. (División del total del volumen de suelo fértil recuperado sobre el volumen de suelo utilizado por 100).			Se realizara un informe fotográfico con el registro de bitácora de suelo fértil recuperado y utilizado.	
Medidas emergentes cuando no se obtenga los	En caso de que el suelo producto del despalme no se utilice del todo, este se depositara en bancos de material previamente autorizados por la				

resultados esperados:	autoridad SEMARNAT en el estado de Oaxaca.	

FICHA 3					
Tipo de medida:	Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos.				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:		Contaminación al suelo y agua por Residuos Sólidos Urbanos (RSU).	Descripción: Con el objetivo de evitar la contaminación al suelo y cuerpos de agua cercanos al proyecto por la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) durante toda la duración del proyecto, se deberán colocar contenedores de 200 l debidamente rotulados en áreas estratégicas de los frentes de trabajo a lo largo del tramo, se colocarán un aproximado de 10 contenedores. En la implementación de pláticas ambientales se deberá de promover la separación de desechos orgánicos e inorgánicos. Los desechos orgánicos se podrán utilizar para la realización de compostas. La recolección de los desechos inorgánicos se realizará de manera diaria a lo largo de toda la obra y deberán ser dispuestos en el o los almacenes (es) temporal (es) establecidos dentro de la misma para posteriormente sean dispuesto finalmente en el lugar adecuado. Para esto, la contratista deberá acudir al área correspondiente del H. Ayuntamiento de Santiago Nacaltepec para solicitar el servicio de recolección de los RSU. A las personas que vendan comida a los trabajadores (en el caso de que así sea) se les pedirá la utilización de trastes de plástico no desechables para disminuir el consumo de unicel y plásticos.
Etapa de aplicación:		Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.			
Criterio normativo:		Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, (DOF 2018).			
Lugar de Aplicación:		En todo el eje del trazo donde existan frentes de trabajo.			
Recursos necesarios:		Contenedores con tapa de 200 l; Bolsas de plástico; guantes de plástico; almacén temporal de residuos sólidos urbanos. Contrato con el municipio de Santiago Nacaltepec, para la disposición final de los residuos.			
Costo aproximado:		El costo para el manejo de residuos sólidos urbanos es de:			
		Total: $ 14,600		**Registro de cumplimiento**	
Indicador de cumplimiento:		Indicador de eficacia en % (RG/RD+RR) x 100 Dónde: RGs= Residuos sólidos urbanos generados RDs = Residuos sólidos urbanos depositados RR= Residuos llevados a un centro de reciclaje		La empresa deberá de contratar los servicios del municipio o alguna empresa particular según lo requiera para la recolección y disposición final de estos residuos. Se llevará el registro en la bitácora para residuos sólidos urbanos, en la cual deberá de registrarse la cantidad en kilos según sea el tipo del mismo y así también datos del centro de acopio o	

Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	Para el caso del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, si se llegara a confirmar que no se cumplan con las especificaciones de las medidas y se observe una deficiencia en el manejo de los residuos, se informará a la empresa encargada del proyecto para verificar que la unidad que lleva a cabo el servicio de recolección en el municipio lo realice de manera adecuada, así como se propondrá una campaña de sensibilización, de consumo responsable y reciclaje.	empresa encargada de la disposición final de éstos.

FICHA 4					
Tipo de medida:	Manejo adecuado de Residuos peligrosos				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Contaminación al suelo y agua por Residuos Peligrosos (RP).		Descripción: Con el objetivo de evitar la contaminación al suelo y cuerpos de agua cercanos al proyecto por la generación de residuos peligrosos (RP) durante las actividades en las diferentes etapas del proyecto. Se deberán colocar contenedores de 200 l en los frentes de trabajo a lo largo del trazo, debidamente rotulado y con tapa, para depositar todo material sobrante utilizado en las actividades durante todo el proceso constructivo como lo son: estopas, filtros, botes de aceite o diésel, entre otros, considerado como residuo peligroso. Se colocarán durante todo el tiempo que dure la construcción, aproximadamente 12 contenedores (tomando en cuenta que para su disposición final el contenedor es retirado sin retorno). En el caso de existir algún (os) derrame (s) en el suelo por algún hidrocarburo, éste deberá ser levantando y colocados en costalillos, para después ser llevados al contenedor correspondiente. Los contenedores que alcancen su capacidad de llenado deberán ser trasladados al almacén temporal de residuos	
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.				
Criterio normativo:	NOM-083-ECOL-2003. NOM-052-SEMARNAT-2005. LGPGIR				
Lugar de Aplicación:	En todo el eje del trazo donde existan frentes de trabajo.				
Recursos necesarios:	Contenedores con tapa de 200 l con tapa; costales de rafia; guantes de plástico, guantes de carnaza, almacén de residuos peligrosos; extintores, lonas impermeabilizantes. Contrato con una empresa autorizada ante la SEMARNAT para el transporte y disposición final de residuos peligrosos.				
Objetivo	Evitar la dispersión por mal manejo de residuos peligrosos en los frentes de trabajo y su área de influencia.				

Alcance	El periodo de operación de la actividad durará el tiempo de desarrollo del proyecto y abarcara el área de afectación directa del proyecto y su área de influencia.	dentro de la obra para que posteriormente la empresa autorizada por la SEMARNAT realice la recolección al desmantelar las obras provisionales (planta de asfalto, patio de maquinaria y taller) no se deberá dejar sobre el suelo ningún residuo peligroso, ni derrames de algún hidrocarburo. Estos sitios deberán quedar totalmente limpios.
Costo aproximado:	El costo para el manejo de residuos peligroso es de:	
	Total: $ 44,300.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento:	Indicador de eficacia en % (RG/RD+RR) x 100 Dónde: RGs= Residuos sólidos urbanos generados RDs = Residuos sólidos urbanos depositados RR= Residuos llevados a un centro de reciclaje	Se registrará en una bitácora el nombre del residuo, la cantidad generada en kilogramos, las características de peligrosidad del residuo, fecha de ingreso, fecha de salida y los datos de la empresa autorizada encargada de la disposición final de estos residuos peligrosos. La empresa contratista deberá de darse de alta ante la delegación SEMARNAT de Oaxaca como pequeño generador de residuos peligrosos.
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	Para el manejo adecuado de residuos peligrosos se hace convenio con una empresa autorizada ante la SEMARNAT, si hubiera deficiencia en el transporte de estos residuos se le notificara a la empresa contratista para trasladar los residuos a un sitio de recolección.	

FICHA 5					
Tipo de medida:	Manejo adecuado de Residuos de Manejo Especial				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Contaminación al agua.				
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y Construcción.				
Criterio normativo:	NOM-161-SEMARNAT-2011. LGPGIR				
Lugar de aplicación:	Todo el eje del proyecto				
				Descripción: Si se llegan a realizar cortes en la ejecución del proyecto pudieran utilizarse como material de terraplenes y arrope de	

Recursos necesarios:	Tramite de permiso ante la SEMARNAT (Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Oaxaca).	taludes, pues favorece la revegetación de los mismos. Cuando el material terrígeno no puede ser utilizado en los terraplenes, y tiene que ser depositado en bancos de tiro desprovisto de vegetación forestal, estos deben estar previamente autorizados por SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Oaxaca toda vez que el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que es facultad de las Entidades Federativas autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo.
Objetivo	Evitar la dispersión por mal manejo de residuos de manejo especial en los frentes de trabajo y su área de influencia.	
Alcance	El periodo de operación de la actividad durará el tiempo de desarrollo del proyecto y abarcara el área de afectación directa del proyecto y su área de influencia.	
Costo aproximado:	El costo para el manejo de residuos de manejo especial es de:	
	Total: $ 44,300.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento:	Indicador de eficacia en % (RG/RD+RR) x 100 Dónde: RGs= Residuos sólidos urbanos generados RDs = Residuos sólidos urbanos depositados RR= Residuos llevados a un centro de reciclaje	Se supervisará que se realice de manera adecuada el depósito del material. Los camiones de acarreo deberán estar debidamente tapados con lona durante las actividades, evitando con esto la dispersión de partículas de material terrígeno o de polvo.
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	En caso de que se generen residuos de manejo especial y no sean depositados en sitios autorizados, las empresas constructoras no podrán abandonar el sitio del proyecto hasta que cumplan con la disposición final.	

<table>
<tr><th colspan="5">Ficha 6</th></tr>
<tr><td>Tipo de medida:</td><td colspan="4">Ahuyentamiento de fauna.</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td>X</td><td>Mitigación</td><td></td><td>Compensación</td></tr>
<tr><td>Impacto (s) al que va dirigido:</td><td colspan="2">Fragmentación del hábitat de la fauna silvestre y pérdida de especies nativas por la construcción del camino: (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.</td><td colspan="2" rowspan="9">Descripción: Se recomienda que las actividades de ahuyentamiento se inicien 10 a 15 días previo al inicio de la construcción (este tiempo puede variar dependiendo de las especies y el área) y durante la ejecución del proyecto.
Se deben aplicar las técnicas más apropiadas para cada grupo de individuos que generen mayor estrés y como resultado se obtenga un desplazamiento de los animales a otras zonas. Se deben realizar recorridos para ahuyentar la fauna, para lo cual se debe golpear la vegetación circundante con varas y hacer ruido para que los animales que pudieran encontrarse en la zona puedan desplazarse esto durante las primeras horas del día y al atardecer, ya que estos horarios son los de mayor actividad en la fauna, pues los dedican a la búsqueda de alimento, estos recorridos deben hacerse con poca anticipación de las actividades, así evitar que los animales regresen al trazo del proyecto antes de que los trabajos inicien.</td></tr>
<tr><td>Etapa de aplicación:</td><td colspan="2">Preparación del sitio, y construcción.</td></tr>
<tr><td>Criterio normativo:</td><td colspan="2">Ley general de vida silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2010</td></tr>
<tr><td>Lugar de aplicación:</td><td colspan="2">Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria</td></tr>
<tr><td>Recursos necesarios:</td><td colspan="2">Brigada ambiental, silbatos, megáfono.</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Evitar dañar a individuos de especies de fauna silvestre durante el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Alcance</td><td colspan="2">El periodo de operación de la actividad durará el tiempo de desarrollo del proyecto y abarcara el área de afectación directa del proyecto y su área de influencia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Costo aproximado:</td><td colspan="2">La brigada está considerada dentro del presupuesto general de obra.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Total: Se considera en el Programa de Rescate y Reubicación de fauna</td><td colspan="2">Registro de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento:</td><td colspan="2">Ausencia de fauna silvestre durante el tiempo que se realicen los trabajos.</td><td colspan="2" rowspan="2">Se realizarán recorridos de supervisión para vigilar que no se afecte alguna especie de fauna durante los trabajos de obra. Se entregarán informes con evidencias fotográficas.
Además de que se llevara una bitácora de campo con todas las actividades realizadas.</td></tr>
<tr><td>Medidas emergentes cuando no se obtengan los resultados esperados:</td><td colspan="2">Al no tener éxito en el ahuyentamiento y se encuentre fauna silvestre a la hora que se realizan los trabajos, se procederá a realizar un rescate para posteriormente llevar a cabo una reubicación.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="5">Ficha 7</th></tr>
<tr><td>Tipo de medida:</td><td colspan="4">Rescate y reubicación de fauna</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td></td><td>Mitigación</td><td>X</td><td>Compensación</td></tr>
<tr><td>Impacto (s) al que va dirigido:</td><td colspan="2">Evitar afectaciones a la fauna silvestre susceptible que por sus características ecológicas se mantengan en la zona del área del proyecto durante la construcción del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.</td><td colspan="2" rowspan="8">Descripción: El rescate se realiza con la finalidad de preservar las especies existentes, estas acciones deben ser permanentes durante los trabajos de preparación del sitio y la construcción todo bajo la supervisión de un biólogo que de pláticas y asesore también a los trabajadores para evitar que capturen animales para consumo o venta.
La captura de organismos se realizará únicamente a los individuos que prevalecieron en la zona una vez realizado el ahuyentamiento o aquellos que por sus características ecológicas se mantengan en la zona (territorialidad, baja movilidad, entre otros).
Los individuos se transportarán hacia el lugar de reubicación teniendo en cuenta los aspectos naturales de su hábitat necesarios para proporcionarles bienestar de acuerdo a las características particulares de cada uno y a una distancia de un kilómetro aproximadamente.</td></tr>
<tr><td>Etapa de aplicación:</td><td colspan="2">Preparación del sitio, y construcción.</td></tr>
<tr><td>Criterio normativo:</td><td colspan="2">Ley general de vida silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2010</td></tr>
<tr><td>Lugar de aplicación:</td><td colspan="2">Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria</td></tr>
<tr><td>Recursos necesarios:</td><td colspan="2">Brigada ambiental, GPS, cámara, binoculares, kit rescate de fauna.</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Evitar dañar a individuos de especies de fauna silvestre que por sus características físicas o estado de vida no puedan alejarse por sus propios miedos de la zona de influencia directa del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Alcance</td><td colspan="2">El periodo de operación de la actividad se realizará antes del inicio de las actividades y abarcara el área de afectación directa del proyecto y su área de influencia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Costo aproximado:</td><td colspan="2">El vehículo y la brigada están considerados dentro del presupuesto general de obra.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Total: $144,359.00</td><td colspan="2">Registro de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento:</td><td colspan="2">Ausencia de muerte de fauna silvestre durante el tiempo que se realicen los trabajos.</td><td colspan="2" rowspan="2">Recorridos de supervisión y vigilancia. En caso de requerirse rescate y reubicación de algún individuo de fauna se registrará en una bitácora datos del sitio, la especie y el sitio de reubicación, coordenadas y evidencia fotográfica. Se entregará un informe con las acciones de protección y conservación de la fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td>Medidas emergentes cuando no se obtengan los resultados esperados:</td><td colspan="2">Realizar un monitoreo en las zonas aledañas al proyecto para verificar la persistencia de las especies observadas anteriormente.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="5">Ficha 8</th></tr>
<tr><td>Tipo de medida:</td><td colspan="4">Adecuación de las obras de drenaje a pasos de fauna.</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td></td><td>Mitigación</td><td></td><td>Compensación</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Impacto (s) al que va dirigido:</td><td colspan="2">La fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de obras de transporte, efectos de filtro y barrera, mortalidad de fauna atropellada durante la construcción del camino: (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.</td><td colspan="3" rowspan="9">Descripción: La adaptación de obras de drenaje es un sistema eficaz para facilitar el paso de vertebrados pequeños y mediano tamaño (particularmente de mamífero), además de que se trata de estructuras poco perturbadas por la presencia de humanos. Se requieren pocas modificaciones para adaptar los drenajes al paso de fauna, básicamente se trata de usar materiales adecuados, si fuese necesario construir banquetas laterales que se mantengan secas para evitar la inundación completa de la estructura y acondicionar adecuadamente las entradas.
Para facilitar el acceso de los animales desde el entorno hacia las entradas de la estructura deben evitarse cualquier tipo de obstáculos para evitar dificultades en su desplazamiento. Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cercamiento para detectar y corregir los desperfectos. Se recomiendan tareas de mantenimiento en los drenajes que incluyan la retirada de residuos, acopio de materiales u otros elementos que obstaculicen en el paso, con el fin de la eficiencia de la adaptación de pasos de fauna.</td></tr>
<tr><td>Etapa de aplicación:</td><td colspan="2">Preparación del sitio, y construcción.</td></tr>
<tr><td>Criterio normativo:</td><td colspan="2">Ley general de vida silvestre, NOM-059-SEMARNAT-2010</td></tr>
<tr><td>Lugar de aplicación:</td><td colspan="2">Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria</td></tr>
<tr><td>Recursos necesarios:</td><td colspan="2">Brigada ambiental, y el equipo de construcción que esté realizando la obra.</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Mitigar el impacto del efecto barrera para la fauna silvestre, ocasionado por la vialidad.</td></tr>
<tr><td>Alcance</td><td colspan="2">La actividad abarcara las 3 obras de drenaje propuestas.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Costo aproximado:</td><td colspan="2">Adecuación de 4 obras de drenaje a pasos de fauna.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Total: $159,795.52</td><td colspan="3">Registro de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento:</td><td colspan="2">No. De atropellamiento en lo largo de la carretera/No. De Avistamientos que usan los pasos de fauna</td><td colspan="3" rowspan="2">Supervisar y asesorar durante el proceso constructivo de las obras de drenaje para la correcta adecuación a pasos de fauna.</td></tr>
<tr><td>Medidas emergentes cuando no se obtengan los resultados esperados:</td><td colspan="2">Realizar un monitoreo para verificar el óptimo funcionamiento de las adecuaciones en las obras hidráulicas.</td></tr>
</table>

FICHA 9					
Tipo de medida:	Control de la dispersión de polvos				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:		Dispersión de polvos a la Atmósfera. Contaminación de la superficie foliar.		Descripción: para evitar la dispersión de partículas que puedan afectar la población de las zonas cercanas al proyecto y a la vegetación aledaña, se deberá realizar dos riegos diarios en el trazo constructivo en las actividades de despalme y terraplenes. Durante la realización de los cortes el material se humedecerá y todos los vehículos de acarreo que transporten el material extraído a los bancos de tiro serán cubiertos con lonas.	
Etapa de aplicación:		Preparación del sitio (despalme) Terracerías y Construcción (Cortes y terraplenes).			
Criterio normativo:		NOM-085-SEMARNAT-2011.			
Lugar de Aplicación:		En todo el trazo constructivo del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.			
Recursos necesarios:		Pipas de 10,000 l			
Objetivo		Evitar daños a la salud de las personas, animales y vegetales en las áreas de influencia por la dispersión y posterior acumulación de polvos.			
Alcance		La actividad abarcará los frentes activos de trabajo y las terracerías empleadas en las rutas de transporte relacionados con el desarrollo del proyecto.			
Costo aproximado:		El costo incluye los riegos durante las actividades de despalme (Terracerías) y cortes con pipas de 10,000 ml.			
		Total: Está incluido en los trabajos de construcción		**Registro de cumplimiento**	
Indicador de cumplimiento:		Registro de los riegos realizados durante las actividades del despalme, cortes y terraplenes.		El encargado de la ejecución de los trabajos llevara un registro de bitácora de los riegos realizados en el trazo constructivo.	
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:		En caso de que se presente mayor dispersión de partículas en el sitio del proyecto se deberán realizar tres riegos durante la jornada laboral. Se sancionara los responsables de los vehículos de acarreo que transporten el material terrígeno descubierto.			

<table>
<tr><th colspan="5">FICHA 10</th></tr>
<tr><td>Tipo de medida:</td><td colspan="4">Control de generación de gases, producto de la combustión interna de automóviles.</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td></td><td>Mitigación</td><td>X</td><td>Compensación</td></tr>
<tr><td>Impacto (s) al que va dirigido:</td><td colspan="2">La contaminación atmosférica por emisiones de gases por la utilización de vehículos y maquinaría con motor de combustión interna, durante la construcción del camino: (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.</td><td colspan="2" rowspan="8">Descripción: se recomienda al constructor emplear durante la ejecución de las obras, vehículos de modelos recientes, con el objeto de evitar emisiones atmosféricas que sobrepasen los límites permisibles.
El constructor debe considerar el uso de las tecnologías más limpias y el uso de combustibles amigables con el ambiente, así como, procurar el uso eficiente de los mismos.
Las normas de emisiones de vehículos son las herramientas de políticas técnicas primarias disponibles para mitigar las emisiones de los vehículos.</td></tr>
<tr><td>Etapa de aplicación:</td><td colspan="2">Preparación del sitio, y construcción.</td></tr>
<tr><td>Criterio normativo:</td><td colspan="2">NOM-041-SEMARNAT-2006.
NOM-045-SEMARNAT-2006.
NOM-076-SEMARNAT-2012.</td></tr>
<tr><td>Lugar de aplicación:</td><td colspan="2">Todo el eje del trazo donde transiten los vehículos y maquinaria</td></tr>
<tr><td>Recursos necesarios:</td><td colspan="2">Vehículo y brigada ambiental.</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Mantener los niveles de emisión de gases provenientes de motores de combustión interna los más bajos posibles.</td></tr>
<tr><td>Alcance</td><td colspan="2">Todo el parque vehicular y de maquinaria relacionado directamente con el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Costo aproximado:</td><td colspan="2">El vehículo y la brigada están considerados dentro del presupuesto general de obra.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Total: Es parte de los costos de las empresas contratistas</td><td colspan="2">Registro de cumplimiento:</td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento:</td><td colspan="2">% de total de vehículos / % de vehículos con verificación
% de total de vehículos / % de vehículos de modelos recientes</td><td colspan="2" rowspan="2">Exigir el certificado de emisión ambiental vehicular expedida por la autoridad ambiental competente. Así como la bitácora donde se llevará el registro de que los vehículos tengan el mantenimiento adecuado.</td></tr>
<tr><td>Medidas emergentes cuando no se obtengan los resultados esperados:</td><td colspan="2">Adoptar las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera. Dicho control implica la evaluación de las emisiones y los ajustes necesarios para el cumplimiento de las emisiones contempladas en la normativa vigente para fuentes móviles.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="5">FICHA 11</th></tr>
<tr><td>Tipo de medida:</td><td colspan="4">Revegetación de los Taludes y Terraplenes</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td></td><td>Mitigación</td><td>X</td><td>Compensación</td></tr>
<tr><td>Impacto (s) al que va dirigido:</td><td colspan="3">Erosión del suelo por la pérdida de la cobertura vegetal.</td><td rowspan="8">Descripción: una vez terminado las etapas de construcción, mediante recorridos de campo se identificarán los sitios donde se restaurarán las bandas de revegetación longitudinal a lo largo de toda la obra, sobre las zonas de taludes y después de la línea de ceros.
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 utilizarán plantas nativas, para evitar la contaminación genética con especies exóticas.
Para la revegetación terraplenes se utilizarán especies arbustivas y herbáceas, los taludes con menor pendiente donde la topografía del terreno no permita la plantación de especies se colocarán especies herbáceas.
En los taludes con mayor pendiente donde el corte no permita realizar la revegetación se deberán consideran obras de ingeniería como la colocación de geomantas, geomallas volumétricas etc.</td></tr>
<tr><td>Etapa de aplicación:</td><td colspan="3">Operación y mantenimiento.</td></tr>
<tr><td>Criterio normativo:</td><td colspan="3">No aplica.</td></tr>
<tr><td>Lugar de Aplicación:</td><td colspan="3">En las áreas de afectación del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.</td></tr>
<tr><td>Recursos necesarios:</td><td colspan="3">Jornaleros, plantas para revegetación, hidrogel y herramientas como (Cava hoyos y palas), tepes y maquinaria</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="3">Evitar la pérdida de sustrato de las superficies de taludes y terraplenes</td></tr>
<tr><td>Alcance</td><td colspan="3">Cubrir la totalidad de taludes y terraplenes indicados en la memoria del proyecto geométrico.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Costo aproximado:</td><td colspan="3">Los costos de la revegetación de taludes y terraplenes están incluidos en el Programa de reforestación y conservación de Suelos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Total: $25,000.00</td><td>Registro de cumplimiento</td></tr>
<tr><td>Indicador de cumplimiento:</td><td colspan="3">Se presentará el reporte del levantamiento topográfico para verificar el perfil del talud de los cortes y se indicará los terraplenes a revegetar y el tipo de estabilización de los taludes y los seleccionados para colocar los tepes. (Número total de taludes terraplenes revegetados entre el número total de taludes y terraplenes por 100).</td><td>Se realizaran las bitácoras de la revegetación de los taludes y terraplenes, así como los registros de sobrevivencia de individuos y un informe fotográfico.</td></tr>
</table>

Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	En caso de que debido a la topografía del talud y terraplén no permita la revegetación se deberán considerar obras de ingeniería como obras de anclaje, colocación de geomallas volumétricas etc.	

FICHA 12					
Tipo de medida:	Programa de Reforestación				
Prevención		Mitigación		Compensación	X
Impacto (s) al que va dirigido:		Erosión del suelo por la pérdida de la cobertura vegetal, por la construcción del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.		**Descripción:** se propone una reforestación de 2.3 ha en sitios del derecho de vía o sitios desprovistos de vegetación del sistema ambiental regional, se consideró una densidad de 1,100 plantas por hectárea, con una altura promedio a utilizar es de 80 cm a 1 m. Considerando que se removerá vegetación forestal durante la ejecución del programa de reforestación se intercalará especies arbóreas obtenidas del rescate.	
Etapa de aplicación:		Construcción operación y mantenimiento			
Criterio normativo:		No aplica.			
Lugar de Aplicación:		Áreas desprovistas de vegetación del derecho de vía del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec y del Sistema Ambiental Regional delimitado.			
Recursos necesarios:		Jornaleros, plantas nativas, hidrogel y herramientas como (cava hoyos y palas).			
Objetivo		Compensar el desplazamiento de la vegetación natural por el desarrollo del proyecto.			
Alcance		Se reforestaran 2.3 ha en las inmediaciones del proyecto.			
Costo aproximado:		El programa incluye la reforestación de 2.3 ha con plantas nativas, en áreas desprovistas de vegetación y en el sistema ambiental regional delimitado.			
		Total: $ 343,440.00		**Registro de cumplimiento**	
Indicador de cumplimiento:		El principal indicador será la sobrevivencia de las plantas reforestadas. (División del total de individuos vivos sobre el total de individuos reforestados por 100).		Se realizara informes de cumplimiento de las acciones del programa de reforestación, se incluirá las bitácoras de la reforestación, así como los registros de sobrevivencia de individuos y un informe fotográfico.	

Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	Para verificar el éxito de las acciones de reforestación en caso de que los organismos reforestados o las plántulas no sobrevivan deberá procederse a su sustitución con los individuos que resulten de la propagación por las semillas colectadas en las etapas anteriores o de la propagación por otros medios, se recomienda la reproducción vegetativa de las plantas y así incrementar el número de plantas disponibles para la reforestación.	

FICHA 13					
Tipo de medida:	Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Daños a los elementos bióticos y abióticos del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.				
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.				
Criterio normativo:	NOM-086-SCT2-2015 NOM 034-SCT2-2				
Lugar de Aplicación:	En todo el trazo constructivo del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.				
Recursos necesarios:	Brigada, Letreros temporales y permanentes.				
Objetivo	Evitar accidentes y casos de atropello de fauna en los frentes de trabajo.				
Alcance	Se colocaran en las inmediaciones del proyecto y frentes de trabajo.				
Costo aproximado:	El costo incluye la colocación de letreros temporales y permanentes alusivos a la protección y cuidado del medio ambiente				
	Total: $18,000.00			**Registro de cumplimiento**	

Descripción: durante la etapa de preparación del sitio y construcción se colocará letreros temporales a lo largo del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, para prevenir impactos a los elementos bióticos y abióticos y sensibilizar al personal de obra sobre la protección y cuidado del medio ambiente.
Al finalizar la etapa constructiva se retiraran los letreros temporales y se colocaran letreros permanentes para sensibilizar a los usuarios del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec y prevenir daños al medio ambiente.
Los letreros serán preventivos, informativos y restrictivos distribuidos de manera uniforme considerando las especificaciones para establecer señalamiento en carreteras.

Indicador de cumplimiento:	Se presenta un informe fotográfico de evidencia de la colocación del señalamiento temporal y permanentes alusivos a la protección y cuidado del medio ambiente.	Se presenta un informe fotográfico de evidencia de la colocación del señalamiento temporal y permanente
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	Se sancionará a la empresa constructora de no realizar la colocación de los letreros alusivos al cuidado del medio ambiente.	

FICHA 14					
Tipo de medida:	Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales				
Prevención		Mitigación	X	Compensación	X
Impacto (s) al que va dirigido:		Desmonte, despalme del área donde se realizarán estas obras y posible contaminación de suelo.		**Descripción:** al término de la obra, se deberán desmantelar los sitios que hayan sido utilizado para obras provisionales, se retirará todo material que haya sido depositado en los mismos, no deberá de quedar residuos de concreto o gravilla o cualquier tipo de material que haya sido utilizado en el desarrollo de las actividades del proyecto. Por el tránsito de maquinaria pesada o actividades humanas el suelo sufre compactación. Se deberá de realizar la descompactación del mismo, esta actividad deberá de realizarse con la maquinaria adecuada, posteriormente se recomienda cubrir con material producto del despalme para ayudar a la revegetación natural y recuperación del suelo como lo son sus nutrientes.	
Etapa de aplicación:		Construcción, Operación y Mantenimiento			
Criterio normativo:		No hay normas específicas para esto pero se trata de la integración del área al medio ambiente.			
Lugar de Aplicación:		En las áreas asignadas a dichas obras provisionales.			
Recursos necesarios:		Se utilizará el personal y los vehículos de la empresa encargada de la obra con la supervisión de su brigada ambiental.			
Objetivo		Que las áreas ocupadas por estas instalaciones recuperen sus características ambientales previas.			
Alcance		La medida se realizara en la totalidad de zonas ocupadas, incluidas veredas que no existían antes del desarrollo del proyecto.			

Costo aproximado:	Se utilizará el personal y los vehículos de la empresa encargada de la obra con la supervisión de su brigada ambiental.	
	Total: $5,000.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento:	Informe del cumplimiento con anexo fotográfico de la limpieza general de las áreas utilizadas como obras provisionales. RA = Resultado alcanzado RE = Resultado esperado.	Se supervisará que se lleve de manera adecuada el recubrimiento del suelo con material orgánica o suelo proveniente del despalme.
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	El desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales lo llevaran a cabo la (s) empresa (s) constructora (s) siguiendo las especificaciones correspondientes en caso de que no se cumplan las especificaciones señaladas en el programa y se encuentre posible contaminación de suelo se procederá a Informar al Residente de obra ya que se lo menos que se pretende es impactar al ambiente.	

FICHA 15					
Tipo de medida:	Instalación de Sanitarios Portátiles				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Descarga de aguas residuales en cuerpos de agua.			**Descripción:** durante las actividades de preparación del sitio y construcción la empresa contratista deberá instalar un sanitario portátil 1 por cada 12 trabajadores en los frentes de trabajo y por cada sitio independiente se instalará un baño en un radio de 200 metros. Cuando se realice la limpieza de los sanitarios portátiles el agua residual será llevada a la planta tratadora en el municipio de Santiago Nacaltepec u a otra que el contratista considere adecuado. El número de sanitarios contratados deberá ser de 7, en caso de que el proyecto se realice en época de estiaje será de 8 y su mantenimiento deberá realizarse una vez cada 15 días, en caso de que se programe	
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y Construcción.				
Criterio normativo:	Nom-001-SEMARNAT-1996				
Lugar de Aplicación:	En los frentes de trabajo del Camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.				
Recursos necesarios:	Sanitarios portátiles y material de limpieza.				
Objetivo	Evitar la descarga de aguas residuales a cualquier cuerpo de agua.				
Alcance	La instalación será en las etapas de preparación del sitio, construcción se retiraran hasta que se retiren todos los trabajadores relacionados con el proyecto.				

Costo aproximado:	El costo incluye la instalación de sanitarios portátiles y la limpieza general.	una vez al mes el número de unidades deberá duplicarse.
	Total: $154,350.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento:	Se presentara bitácoras de la instalación y la correcta limpieza de sanitarios en los frentes de trabajo (División total del número total de trabajadores entre el número total de sanitarios colocados por 100).	Se realizaran un informe fotográfico y bitácoras de la de la correcta instalación de los sanitarios portátiles y de la limpieza realizada.
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	En caso de que no se cumpla con las especificaciones establecidas la brigada de medio ambiente, informara a la empresa contratista para que ellos a su vez le informen a la empresa prestadora del servicio, el mantenimiento adecuado de los sanitarios portátiles.	

FICHA 16					
Tipo de medida:	Capacitación ambiental a todos los trabajadores				
Prevención	X	Mitigación		Compensación	
Impacto (s) al que va dirigido:	Afectación de los elementos bióticos y abióticos por la construcción del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.			Descripción: se establecerá un programa de sensibilización ambiental en los diferentes frentes de trabajo con base en pláticas claras y concisas; de una duración de entre 20 a 30 minutos. Considerando el nivel de educación en la zona se recomienda realizar siete platicas en la etapa de preparación del sitio y tres platicas en la etapa de construcción. El material de estas, deberá ser elaborado con suficiente material gráfico, con un manejo de lenguaje básico y el número se consideró ya que se partirá desde el nivel de alfabetización ambiental hasta el básico sobre los aspectos que contempla la legislación sobre cuidado del ambiente vigente y la prevención de accidentes en el área de trabajo. El monitoreo de las actividades indicará la necesidad de reforzar ciertos aspectos, por lo que se podrían realizar 3 pláticas más.	
Etapa de aplicación:	Preparación del sitio y construcción.				
Criterio normativo:	No se encuentran normas que lo regulen las pláticas ambientales sin embargo se involucran los componentes bióticos y abióticos				
Lugar de Aplicación:	En los frentes de trabajo del Camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.				
Recursos necesarios:	Calendario de pláticas, material didáctico y trípticos.				
Objetivo	Garantizar que el personal comprenda la importancia del cuida				
Alcance	Capacitar a todo el personal relacionado con el proyecto en los conceptos básicos de protección al ambiente y la prevención de accidentes en el área de trabajo.				

Costo aproximado:	El costo incluye platicas ambientales durante la preparación del sitio y construcción, calendario de pláticas, material didáctico y trípticos.	Con el fin de difundir aspectos relacionados con la conservación del ambiente, aprovechamiento de recursos naturales. Se tomará lista de asistencia.
	Total: $5,000.00	**Registro de cumplimiento**
Indicador de cumplimiento:	(División total del número de trabajadores entre el número de personal capacitado por 100).	Se presentará un informe fotográfico de las pláticas realizadas y las listas de asistencia.
Medidas emergentes cuando no se obtenga los resultados esperados:	Todo el personal de los frentes de trabajo deberá ser capacitado, de ser necesario se realizará una plática ambiental por mes.	

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo).

El conjunto de medidas planteadas a lo largo del presente capítulo, se realizarán durante el desarrollo del proyecto, para lo cual será necesario la contratación de personal, tanto especializado como general previo al inicio de las actividades, para que se familiaricen tanto con el área, el proyecto y las medidas a realizar.
Además del personal que se encargará del desarrollo de las diferentes medidas de mitigación ambiental se deberá de contar con personal capacitado en el seguimiento, control y monitoreo de las mismas, este personal conformará la llamada brigada de seguimiento y monitoreo ambiental, y sus miembros serán los responsables de recopilar las evidencias de la ejecución de las medidas ambiental, tanto fotográficas como documentales, realizaran recorridos de monitoreo y verificación, recolectando la información requerida para determinar a través de los indicadores planteados, la eficiencia de las medidas aplicadas para cada factor, realizarán trabajo de gabinete para la elaboración de reporte e informes requeridos por las autoridades correspondientes, llevarán a cabo capacitaciones periódicas abarcando todos los factores que se verán vulnerados durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Esta brigada será la que lideré a las otras encargadas de actividades específicas, como flora y fauna, si bien, cada una será responsable de llevar a cabo sus actividades, el especialista y responsable de la brigada de seguimiento ambiental, será el encargado de recopilar los reportes e informes de seguimiento y cumplimiento, ante la autoridad ambiental competente.
Para el desarrollo de este trabajo de seguimiento, monitoreo y control de las medidas de mitigación ambiental, se elaboraron fichas técnicas con el objetivo de que la recopilación de la información requerida para cada factor, periodo y frecuencia de verificación, tipo de medida y los resultados obtenidos, umbral de alarma, entre otros datos, este estandarizada y pueda ser analizada; todo ello arrojará resultados que permitirán al especialista responsable, tomar decisiones e implementar estrategias de mejora, diseño e implementación de nuevas medidas ambientales y planes emergentes, en caso de ser requeridos.
El conjunto de estas fichas conforma el denominado plan de supervisión ambiental y a continuación se expone un ejemplo:

Camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec.			
Ficha técnica ambiental	No. 1	Plan de manejo y monitoreo ambiental	
Etapas a supervisar	Preparación del sitio	Indicadores	
	Construcción	Placas de vehículo	No. comprobante de verificación y vigencia
Factor ambiental	Atmósfera	1.	
Impacto	Emisiones de gases por operación de maquinaria y vehículos	2.	
		3.	
		4.	
		5.	
Descripción de la medida	Verificación vehicular vigente	Evidencia fotográfica.	
Umbral de alarma	No presentar el documento		
Indicadores	Vigencia de la verificación.		

VI.4 Plan de contingencia.

El plan de contingencia tiene como finalidad la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal del proyecto, en tanto puedan producir riesgos y generar medidas de prevención de riesgos ambientales y medidas de control de accidentes, principalmente durante las etapas de preparación del terreno y construcción.

Se deberán cumplir las normas de seguridad e higiene en los centros de trabajo, en todas las actividades del proyecto.

Todos los trabajadores de la obra, contaran con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que desarrollen.

Cualquier persona que detecte algún tipo de irregularidad en las labores y que presente algún riesgo, debe informar de manera inmediata a su superior directo mediante radio, beeper, teléfono, o en forma verbal, indicando lo siguiente:

- Nombre de la persona que informa la emergencia.
- Tipo de riesgo potencial.
- Lugar de emergencia.

VI.4.1 Prevención de accidentes.

Las medidas a controlar para evitar o prevenir accidentes personales en el frente de trabajo serán:

- Ubicar el centro de salud y hospital más cercano en la cabecera de municipal.
- Se prohibirá el tránsito peatonal por los frentes de trabajo sin previa autorización.
- Se exigirá al personal desarrollar su trabajo con el equipo de seguridad necesario.
- En caso de generarse algún accidente se debe informar en forma inmediata al responsable en el lugar, motivo y alcance del accidente, y de ser necesario solicitar el traslado al centro de salud más cercano.
- Se trasladará al accidentado a la enfermería u hospital, tomando todas las medidas precautorias.

VI.4.2 Incendios.

Las medidas a considerar para evitar un incendio serán:

- Definir el sector alrededor del área almacenamiento de combustible y materiales inflamables donde quedará expresamente prohibido encender fogatas, fumar, portar fósforos u otros elementos que produzcan chispas.
- No almacenar combustibles en el frente de trabajo ni en ningún sitio del camino.
- Se dispondrá como mínimo de los elementos para combatir fuegos pequeños, tales como extintores, mangueras, etc., de acuerdo a las exigencias establecidas por la autoridad competente.

Las medidas a tomar en caso de incendio son:

- Identificar y aislar las zonas afectadas.
- Dar la señal de alarma.
- Atacar el fuego con equipos extintores y/o agua dependiendo del agente que cause el incendio.

VI.4.3 Accidentes asociados al transporte de material de la obra.

Para minimizar el riesgo de accidentes durante el transporte del material a utilizar en la obra se adoptarán las siguientes medidas:

- El personal a contratar para conducir los camiones o maquinarias será personal calificado con licencia de conducir tipo B, actualizada.
- Los vehículos que transporten maquinarias, materiales y residuos al área de trabajo contarán con las señalizaciones exigidas por la legislación vigente.
- El peso de camiones cargados con equipos o materiales no excederá el máximo permitido por las rutas a utilizar, o se obtendrán los permisos correspondientes.
- El transporte de combustible u otros materiales peligrosos se realizará de acuerdo a lo estipulado en la legislación vigente.

Se utilizará y manejará un registro de materiales peligrosos en la obra, el cual permitirá cuantificará la cantidad recibida, utilizada y en almacenamiento; la finalidad será adecuar las medidas de seguridad considerando las cantidades de materias almacenados.

En caso de producirse algún accidente durante la transportación de los materiales a utilizar para la obra, se avisará del accidente al jefe inmediato superior, quien deberá tomar las siguientes medidas:

- Verificar que los accidentados hayan sido trasladados a centros de atención médica.
- Registral el accidente en formulario previamente definido, investigar sus causas y formular correcciones.

VI.4.4 Accidentes asociados a derrames.

Las medidas a controlar en caso de derrames sobre terrenos natural a lo largo del camino a mejorar, son las siguientes:

- Delimitar la superficie de suelo contaminado.
- Remoción del volumen de suelo afectado.
- Relleno del sector excavado con material limpio, posiblemente proveniente de excavaciones.
- Cubrimiento del sector rellenado con material de escarpe, a modo de dejar el sector en las condiciones más parecidas a las encontradas anteriormente al accidente.
- Protección del suelo con impermeabilizante en el área de manejo de combustible, aceites y lubricantes.

VI.5 Trámites ambientales.

En la siguiente tabla se presentan los trámites ambientales que se deben realizar antes de iniciarse los trabajos de preparación del sitio y construcción

DEPENDENCIA	TRÁMITE REQUERIDO
CONAGUA	Trámite CNA-01-003: concesión de aprovechamiento de aguas superficiales.
SEMARNAT	Alta como generadora de residuos peligrosos.
	Permiso para operación de planta de asfalto.
DGFS	Cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
SEMAEDESO	Permiso para el uso de banco de préstamo *
SEMAEDESO	Permiso para el uso de bancos de tiro.
H. Ayuntamiento de San Jerónimo Sosola y de Santiago Nacaltepec	Trámite para disposición de los residuos sólidos urbanos en tiradero municipal.
IMSS	Alta de todos los trabajadores en el seguro social.

Tabla 2 Trámites ambientales requeridos

VI.5.1 Fijación de montos para fianza.

Para el Proyecto "de acuerdo al Artículo 51 del REIA se considera:

- Los impactos residuales en la flora, fauna.
- En el eje del proyecto no atraviesa corrientes perennes, sin embargo, si se presentan escurrimientos en la época de lluvia.

- El área de influencia del proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida.
- El proyecto se trata de la modernización de un camino existente y en operación
- El costo de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental

Por lo que para la fijación de la fianza se utilizan los montos de las acciones que componen el Programa de Manejo Ambiental:

Descripción	Unidad de medida	Precio unitario
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	u	$209,600.00
Programa de Rescate, Reubicación y Protección de Fauna	u	$244,359.00
Programa de Reforestación	u	$343,440.00
Programa de conservación de suelos		$83,888.00
Manejo adecuado de Residuos sólidos urbanos.	u	$14,600.00
Manejo adecuado de Residuos peligrosos	u	$44,300.00
Manejo adecuado de Residuos de Manejo Especial	u	$25,000.00
Ambientación de los pasos de fauna.	u	$160,000.00
Programa de Vigilancia Ambiental	u	$219,967.20
Señalamiento ambiental preventivo, informativo y restrictivo temporal y permanente.	u	$18,000.00
Desmantelamiento y limpieza de los sitios de obras provisionales	u	$ 5,000.00
Instalación de Sanitarios Portátiles	u	$154,350.00
Capacitación ambiental a todos los trabajadores	u	$5,000.00
	TOTAL	**$1,527,504.20**

Tabla 3 Costo de las Medidas de Mitigación

El costo incluye insumos, salarios y medidas estimados para 7 meses.

Se propone que la fianza deberá cubrir el monto **$1,527,504 20/100 M.N.)** Pesos M.N.

VI.6. Responsables de la aplicación del PMA.

La responsabilidad en materia ambiental, viene dado por el nivel de autoridad que se le ha asignado a una persona en la gestión y ejecución de los trabajos y del promovente, es decir es una responsabilidad compartida entre la empresa contratista y el centro de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes de

Oaxaca. De las condiciones con que se lleven a cabo los trabajos que se les asigne, así como del cumplimiento de parte de los trabajadores de la legislación vigente, normas, políticas y reglamentos a que haya lugar en materia ambiental.

VI. 7. Bibliografía.

Andrews, K., Gibbons, W. y Jochimsen, D. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. Herpetological Conservation, 3, 121–143.

Arriaga, V. et al. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas, Instituto Nacional de Ecología, México D.F.

Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., et al. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, 5, 45–57.

Bustos, F. (2013). Manual de Gestión y control ambiental. Quito, Ecuador.

Canter W. Larry. (1997) Manual de evaluación ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. Mac Graw Hill/Interamericana de España.

Comisión Nacional Forestal. Prácticas de reforestación. México. 2010. 66 p.

DGN-AA-1-1972 Norma Mexicana de Método de Prueba para Determinar la Densidad Aparente Visual del Humo Empleando la Carta de Ringelmann. (fuentes estacionarias).

Espín Mayorga, M. E. (2015). Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental en la productividad de los cultivos agrícolas en los barrios "La Morita", "La Tola", "El Arenal", "La Esperanza" y Collaquí ubicados en la parroquia de Tumbaco, Distrito Metropolitano de Quito. 185 hojas. Quito: EPN.

INERCO, Valdivia E., 2007. Programa De Vigilancia Ambiental.

Instituto Mexicano del Transporte. Impacto ambiental de proyectos carreteros. Efectos por la explotación de bancos de materiales y construcción de cortes y terraplenes. Sanfandila, Qro, 2000.

Instituto Mexicano Del Transporte. Medidas de mitigación para uso de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos en infraestructura de transporte terrestre. Sanfandila, Qro, 2004.

Anónimo, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última Reforma publicada DOF el 08 de mayo de2023

Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Anónimo, Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de. 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el DOF 20 de mayo de 2021.

Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

N·CTR·CAR·1·01·014/00: Esta Norma contiene los aspectos a considerar en el abatimiento de taludes en cortes o de terraplenes, en carreteras de nueva. construcción. Referencia; El abatimiento de taludes son los trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, que resulte estable.

Esta Norma se complementa con las siguientes: Ejecución Obras.N·LEG·3 Cortes N·CTR·CAR·1·01·003 Acarreos …… N·CTR·CAR·1·01·013.

NORMA Oficial Mexicana. NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los niveles máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NORMA Oficial Mexicana. NOM-007-RECNAT-1997 (30/MAY/97). Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

NORMA Oficial Mexicana. NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental; que establece los valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NORMA Oficial Mexicana. NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NORMA Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como las emisiones de hidrocarburos volátiles provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición

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

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de 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.NOM-161-SEMARNAT-2011.

NORMA Oficial Mexicana NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.

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

NORMA Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NORMA Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011: que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Rodas Alfaya, Leticia; Sánchez Larrión, Raúl. Design of indicators to measure occupational accidents: the Spanish case. Revista Espacios. Vol. 40 (Nº 32). 2019.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaria de Infraestructura. Dirección General de Servicios Técnicos. 2018. Manual de proyecto geométrico de carreteras.

Disponible en http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte. Medidas de mejora para problemas de seguridad vial en la infraestructura. Publicación Técnica No. 563 Sanfandila, Qro, 2019.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Manual de Diseño de Pasos para Fauna Silvestre en Carreteras. México. 2020.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2011, con base en: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, octubre 2005. SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México, 1a edición, CNA, México, 2011. En https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet28b9.html

Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. 3° Edición (revisada, corregida y aumentada). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. (2016).

Soane, B.D. and C. y Ouwerkerk. 1994 In: Soil compaction in crop production, p. 1-21. Eds. B.D. Países Bajos. Elsevier Science.

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de

la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

Vázquez-Yanes, C., Orosco, S. A., Rojas, M., Sánchez, M. A. y Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica.

VI.7.1 Recursos electrónicos.

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

https://www.opein.com/calculadora-banos-portatiles/

E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del km. 0+000 al km. 8+009, incluye entronque a nivel, con una meta de 8.0 km, ubicado en el estado de Oaxaca.

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas.

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. ... 357

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS. ... 359

VII.1. ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL SIN CONSIDERAR EL PROYECTO 359

VII.2. TENDENCIAS DE CAMBIO DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ESCENARIO SIN PROYECTO 360

Escenario ambiental considerado sin el proyecto 360

VII.3. ESCENARIO AMBIENTAL CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN .. 363

Escenario ambiental considerando el proyecto sin medidas de mitigación 363

VII.4. ANÁLISIS DEL ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN 367

Escenario ambiental considerando el proyecto con medidas de mitigación 367

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 370

Tabla 1 Sistema ambiental regional y escenario sin proyecto 360
Tabla 2 Escenario ambiental considerado el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación....364
Tabla 3 Escenario ambiental tendencial con proyecto y medidas de mitigación. 367

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

Actualmente el camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec representa una importante vía de comunicación para el desarrollo de las localidades cercanas, principalmente Santa María Tejotepec y La Ciénega, puesto que se trata de la única vía de acceso de éstas a la cabecera municipal, además es el camino que utilizan muchos usuarios para llegar a Noxchitlán y durante la época de lluvias en el camino se dificulta el tránsito por los encharcamientos y ante la necesidad de contar con un mejor acceso a los productos y servicios, ofreciendo una vía de comunicación segura para la circulación de vehículos automotores, con las condiciones favorables para el transporte particular y público de pasajeros además de que se impulsará el desarrollo de la zona de influencia del proyecto.

En este apartado se presenta tres distintas perspectivas, cuál sería la evolución del SAR, primero considerando la ausencia del proyecto, en segundo con la ejecución del mismo y finalmente el desarrollo del proyecto en conjunto con las medidas de mitigación propuestas.

VII.1. ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL SIN CONSIDERAR EL PROYECTO

Escenario ambiental tendencial sin considerar el proyecto

Una de las variables importantes para analizar la dinámica ambiental de una zona donde se pretenda establecer el desarrollo de proyectos tanto de infraestructura urbana, como de infraestructura de comunicaciones, es conocer y comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de elementos naturales físicos, químicos y bióticos que se presentan en un tiempo y espacio determinados, así como la forma en que la población se apropia de estos elementos para satisfacer sus necesidades tanto de bienestar social como económico, que da como resultado la alteración de la dinámica de los ecosistemas. Esta interrelación puede ser analizada desde la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Como complemento a las definiciones se consideró el enfoque territorial en el Programa Nacional de Microcuencas (INE, 2007), el cual propone utilizar a la microcuenca como el espacio de atención integral, lo que habrá de tener un impacto positivo en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en mejores servicios ambientales, agua y aire limpio, a los centros urbanos, además del impulso que tendría en el establecimiento de empresas de servicios. Asimismo, las principales leyes reglamentarias que mandatan en forma explícita, en su articulado, la atención de la cuenca, subcuenca y microcuenca como el escenario más idóneo para impulsar el desarrollo sustentable. El eje del camino (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del Km. 0+000 al Km. 8+009 coincide en los límites de las microcuencas de 28-120-01-296 y Santa María Tejotepec, utilizados estos parámetros para delimitar la poligonal del SAR, el cual está compuesto por dos unidades ambientales delimitadas por

dos topoformas sierra baja y lomeríos con una calidad escénica media. Ambas presentan, un estado de conservación media con áreas perturbadas en cuanto a los recursos de flora, fauna, suelo y paisaje.

La mayor parte del SAR comprende cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural, que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria para implementar parcelas que al pasar el tiempo los terrenos son abandonados por los suelos erosionados y degradados donde se desarrollan pastizales inducidos.

El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema semi conservado por la presencia de áreas de vegetación secundaria arbórea de bosque de Pino - Encino, en mayor proporción de áreas destinadas a la agricultura de temporal anual, vegetación ruderal arvense y asentamiento humanos.

VII.2. TENDENCIAS DE CAMBIO DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ESCENARIO SIN PROYECTO

Escenario ambiental considerado sin el proyecto

En este contexto se presenta la tendencia del SAR en un escenario sin la realización del proyecto se muestra sin cambios relevantes y/o aparentes, en la calidad ambiental de los componentes evaluados, esto en un periodo de tiempo de corto (10 años) no obstante, existen factores que muestran una modificación y por lo tanto una tendencia a la disminución de la calidad, tal es el caso del aumento en evidencia antrópica, incremento de la presencia de cultivos y por consecuencia una disminución de la cobertura vegetal natural; estos cambios se distinguen principalmente en un periodo de tiempo amplio y se llevarán a cabo de forma gradual.

Tabla 7. 1 Sistema ambiental regional y escenario sin proyecto.

Elemento	Afectación	Tendencia	Escenario tendencial a 10 años
Atmosfera	Emisiones de gases invernadero y partículas a la atmosfera.	Hay emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera. En las localidades de San María Tejotepec y la Ciénega, es común la práctica de quema los residuos debido a la falta de camiones recolectores de basura, así como la práctica de roza y quema en cultivos de autoconsumo (maíz y frijol), los incendios	Habrá un aumento emisiones de gases de efecto invernadero causado por la contaminación.

		forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. Para Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola, los municipios donde se inserta el proyecto, la quema de combustibles por combustión doméstica y quema de combustibles en fuentes estacionarias son las fuentes con mayor emisión de gases.	
Clima	Cambios en el Microclima	Existirán variaciones y cambios en el clima, con el aumento de la temperatura.	Aumentarán las variaciones climáticas al sustituir áreas boscosas por la prolongación en área de pastizales inducidos y agricultura.
	Vulnerabilidad ante el cambio climático	Para los municipios de San Jerónimo Sosola y Santiago Nacaltepec se presenta una vulnerabilidad actual y proyectada máxima en un rango de baja a media en las actividades económicas de producción ganadera extensiva ante estrés hídrico e inundaciones, así como de la producción de forraje ante estrés hídrico. Respecto a la vulnerabilidad de deslaves en asentamientos humanos y la vulnerabilidad a inundaciones se considera nula para San Jerónimo Sosola y de media a baja para Santiago Nacaltepec.	
Geomorfología	Se generarán cambios en la topografía por las nivelaciones del terreno.	El corte de la vegetación primaria para implementación de terrenos de cultivo modifica la adhesión de las partículas de los horizontes del suelo, dejando las laderas expuesta al intemperismo y los escurrimientos durante la época de lluvia, así	Modificación de la adhesión de las partículas de los horizontes dejando las laderas expuesta. Por el corte de la vegetación primaria.

		contribuyendo a la desestabilización de las mismas.	
Agua	Contaminación por escurrimientos superficiales, en cuerpos de agua intermitentes, así como en acuíferos subterráneos existentes.	Los cuerpos de agua presentan problemas a causa de la contaminación por residuos sólidos, agroquímicos y materia orgánica.	Aumento en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por falta de drenaje, y manejo de residuos.
Suelo	Erosión del suelo y pérdida de la capa fértil por la alteración de las propiedades y características edáficas.	Pérdida de capa fértil del suelo por la alteración de las características edáficas por el cambio de uso de suelo en la zona.	Los terrenos de pendientes moderadas y fuerte son más susceptibles a la erosión del suelo por la eliminación de la vegetación primaria para la extensión de terrenos destinados a pastizales y parcelas de cultivo, lo cual elimina la capa fértil del suelo y la modifica las propiedades edáficas.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal	La mayor parte del SAR corresponde a una zona con vegetación forestal secundaria, con parches conservados.	En los últimos años se ha incrementado el cambio de uso suelo, situación que se está combatiendo con programas como Sembrando Vida y aprovechamiento forestal sustentable.
Fauna	Perdida del hábitats	Desplazamiento de fauna por la pérdida de su hábitat, cambio de uso de suelos forestales y la disminución de poblaciones por la cacería.	Con la pérdida de la vegetación se incrementa la afectación a las poblaciones de fauna, igualmente sin campañas de concientización y educación ambiental para evitar la cacería.

Paisaje	Calidad Visual.	Alta, con rasgos singulares y sobresalientes, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que también son comunes en la región estudiada.	No se considera que la calidad visual en el SAR, mejore o disminuya por la construcción del proyecto
Social	Cambio progresivo de costumbres y hábitos culturales ocasionados por la migración y en las comunidades complicado el acceso a los servicios que ofrece la cabecera municipal de Santiago Nacaltepec y San Jerónimo Sosola.	El difícil acceso a los servicios impulsa la migración que a la vez genera cambios en los hábitos, costumbres y estilos de vida de la población.	Aumento de la migración a otras regiones, donde los pobladores pueden obtener servicios de salud (consultas médicas especializadas), servicios legales y educación nivel medio y superior y laboral. También es usual la migración a Estados Unidos.
Económico	Con los caminos existentes sin modernizar se agudiza la problemática de movilidad lo que aumenta el costo de acceso a la canasta básica y a la venta de sus productos	Disminuye la oportunidad laboral y comercial con caminos sin modernizar.	Sin modernización de los caminos rurales se afecta el costo de la movilidad de personas y productos lo que repercute negativamente en la economía familiar.

VII.3. ESCENARIO AMBIENTAL CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Escenario ambiental considerando el proyecto sin medidas de mitigación

El sistema a ambiental regional presenta un deterioro ambiental debido a las actividades antrópicas, considerando el proyecto que podría tener efectos negativos ocasionados por la construcción y operación y mantenimiento. Tomando estos criterios se considera la construcción del proyecto dentro

del sistema ambiental regional y los efectos negativos que podría generar sobre este, sin las medidas de mitigación.

De forma similar, los procesos de cambios esperados hacia los factores como crecimiento urbano, presencia de zonas de cultivos, serían poco notorios principalmente a corto plazo y se generarían de forma gradual, no obstante, se generarán cambios tanto en la cubierta como en la naturalidad de la vegetación. Sin la elaboración de medidas certeras de mitigación para factores como el suelo y el agua, y todas las modificaciones que implicaría la obra, incrementarán la problemática actual de degradación y erosión del suelo. Estos impactos se presentarían de forma inminente durante la realización del proyecto, ya que actividades como el desmonte, la remoción de tierra, los cortes, las excavaciones etc. generarán un grado mayor de inestabilidad en el suelo y con ello incrementará los impactos en la zona del camino.

Tabla 7. 2 Escenario ambiental considerado el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación.

Elemento	Afectación	Tendencia
Atmosfera	Emisión de gases contaminantes (CO2, Nox, CO, etc.) por la llegada de la maquinaria. La operación de la plantas de asfalto genera emisiones de gases invernadero producto de la combustión incompleta de derivados de petróleo utilizados para el calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos en la mezcla que escapan de los equipos de control de vapores.	Generación de polvos, ruido y gases contaminantes por el uso de la maquinaria y equipo pesado que realizaran el despalme y cortes, los acarreos
Clima	El desmonte de la vegetación afectada provocará la disminución de la captura de carbono; al eliminarse el efecto sombra que generan los árboles se incrementará la temperatura a nivel del suelo.	Con la puesta de la carpeta asfáltica a lo largo del trazo del camino se incrementará la temperatura ocasionando modificaciones al micro clima adyacente a la carpeta asfáltica.
Vulnerabilidad al Cambio climático	El mejoramiento del camino existente no tiene inferencia en la vulnerabilidad del cambio climático.	
Geomorfología	Laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	La remoción de la vegetación y el despalme modifica la adhesión de las partículas de los horizontes dejando las laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias

		que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.
Agua	Contaminación de los escurrimientos afectación a la calidad del agua por arrastre de sedimentos.	Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán volúmenes de materiales sueltos productos del movimiento de tierra, mismos que pueden ser arrastrados a los cuerpos de agua, así como durante la construcción de las obras de drenaje se puede alterar la calidad del agua, de igual manera afectación contaminación del agua por arrojo de los residuos y sedimentos.
Suelo	Se perderá la capa más fértil del suelo durante el despalme y los cortes, Así también los horizontes del mismo, conllevando a esto la erosión al que quedará expuesto.	Estas afectaciones se presentarán durante la etapa de construcción, principalmente cuando se lleve a cabo el despalme y cortes se perderá la capa fértil y se modificarán los procesos de infiltración por compactación. Por la realización de los cortes, se perderán los horizontes del suelo, quedando expuesto a la erosión hídrica y eólica.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal durante las etapas de desmonte y despalme y contaminación de la superficie foliar de la vegetación aledaña, durante la realización de los cortes y despalme.	Durante las actividades de desmonte y despalme se perderá la cobertura vegetal de lo que trae como consecuencia mayor deterioro al SAR, se afectará tipo de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino- pino, al realizar los cortes y excavaciones se contaminara la vegetación aledaña por la deposición de polvo sobre la superficie foliar, que obstruye los estomas y disminuye su capacidad para tomar el dióxido de carbono atmosférico, el agua y la energía solar, necesarias para la realización del proceso de fotosíntesis.

Fauna	Fragmentación del hábitat y efecto barrera.	Aunque ya se trata de un camino en operación, al modificarse el hábitat de los polígonos de afectación, la problemática de pérdida de biodiversidad aumenta, así como la posible afectación de algunas especies enlistadas en la Nom-059 por el atropellamiento de vehículos durante la etapa de construcción y operación.
	Calidad Visual.	En la etapa de construcción se afectará la calidad visual por el incremento de vehículos, maquinaria, generación de polvo y residuos, una vez operando el camino no habrá incidencia en la calidad visual.
Social	Tránsito Migración y acceso a servicios	Durante la etapa de construcción, al tratarse de la única vía de acceso a las comunidades de Santa María Tejotepec y La Ciénega se afectará el tránsito y la seguridad vial de los usuarios. No hay afectación en la migración y acceso de servicios.
Económico	Se prevé que el mejoramiento en las vías de comunicación principal para la comunidad mejore le flujo del comercio y las actividades económicas que mejorarán la calidad de vida de los pobladores.	En el escenario modificado por el proyecto se prevé el transito más rápido y seguro de los pobladores de las comunidades cercanas al camino para acceder a la cabecera municipal Santiago Nacaltepec, San Jerónimo Sosola entre otros polos de desarrollo de la región. También implica la generación de fuentes empleos evitando así la emigración hacia otros lugares.

VII.4. ANÁLISIS DEL ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Escenario ambiental considerando el proyecto con medidas de mitigación

Tomando este criterio exponemos el escenario ambiental en donde se considera el proyecto y las medidas de mitigación propuestas.

Asumiendo que las medidas de mitigación son realizadas con éxito en su totalidad en la realización de esta obra, se esperaría que a nivel del área de influencia, las características del sitio se mantengan sin cambio por lo que se conservaría la calidad ambiental de todos los factores; sin embargo intrínsecamente, por la naturaleza de proyecto, a mediano y principalmente a largo plazo se espera un incremento de evidencia antrópica y con esto, cambios en el uso de suelo por el aumento de acciones agropecuarias; lo que conllevaría a un decremento en la calidad ambiental del hábitat para la flora y la fauna . Sin embargo, estos cambios son esperados por el crecimiento mismo de la zona con o sin la realización del proyecto, por lo que se espera que con la ejecución de las medidas de mitigación tales como la reforestación y protección de suelo, a mediano y largo plazo, exista una recuperación de la calidad ambiental que pudiera verse afectada por la realización del proyecto y permita al sitio conservar sus características actuales.

Tabla 7. 3 Escenario ambiental tendencial con proyecto y medidas de mitigación.

Elemento	Afectación	Tendencia
Atmosfera	Ruido y emisiones contaminantes	Los automóviles deberán contar con las verificaciones de baja emisión de contaminantes a la atmósfera, sin embargo, aunque la maquinaria dedicada a la industria de la construcción está exenta de esta normativa, la contratista deberá realizar el mantenimiento de equipos, plantas de luz maquinaria y vehículos conforme a normas vigentes, permite reducir la emisión de diferentes gases. El ruido no es mitigable solo proveer a los trabajadores de equipo de seguridad adecuados.
Clima	Cambios en el clima.	Se realizará un programa de rescate y reubicación de especies forestales y de reforestación en sitios cercanos y en el DDV, aunque es una mitigación a mediano plazo cuando se haya garantizado la sobrevivencia de las plantas se pronostica que haya cambios en el microclima.

Geomorfología	La remoción de la vegetación y el despalme modifica la adhesión de las partículas de los horizontes dejando las laderas expuestas al intemperismo y a los escurrimientos en la época de lluvias que pueden contribuir a la desestabilización de las mismas.	Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, los cuales se han diseñado de acuerdo al proyecto geotécnico para la estabilidad de los taludes y permitir los escurrimientos naturales. Las laderas de los cortes se cubrirán con suelo fértil producto del corte y despalme, promoviendo su revegetación y/o tepes.
Agua	Incremento de sedimentos y afectación de la calidad del agua.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se vigilara que no se arrojen sedimentos, ni contaminantes, se construirán las obras de drenaje y cunetas que permitan el flujo del agua. Se colocaran sanitarios portátiles 1 por cada 12 trabajadores en un radio de 200 metros.
Suelo	Pérdida de capa fértil, alteración de las características edáficas y contaminación.	Estas afectaciones se llevarán a cabo durante la etapa preparación del sitio y construcción, principalmente cuando se lleve a cabo el despalme, en esta primera etapa se perderá la capa fértil, se modificarán los procesos de infiltración por compactación, se espera que las afectaciones al suelo sean permanentes solo en el área de rodamiento y obras complementarias del proyecto y la restauración del suelo, se lleve a cabo en área del derecho de vía y obras provisionales(patios de maquinaria, áreas de plantas de asfalto y taller) por la limpieza del sitio y la reforestación. El manejo adecuado de residuos evitará sea contaminado el suelo por este factor, así como la vigilancia en las reparaciones de la maquinaria evitarán la disposición de residuos peligrosos en el suelo.
Flora	Perdida de la cobertura vegetal.	Durante la construcción del proyecto se perderá la cobertura vegetal se propone implementara acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, durante la etapa de desmonte y despalme, la brigada ambiental de flora realizará recorridos en el área a desmontar, si se encuentra

		en el sitio del proyecto individuos susceptible serán rescatados y llevados al área de confinamiento temporal (vivero) para proporcionales las condiciones necesarias para la sobrevivencia hasta su reubicación, se colectará germoplasma para la germinación y reproducción en el vivero. Al finalizar la etapa constructiva se implementará el programa de reforestación con especies nativas representativas de la zona, se reforestara en el derecho de vía y en los sitios utilizados como obras provisionales, siempre y cuando se llegue a un convenio o acuerdo con los dueños de lo contrario se buscara otros sitios desprovistos de vegetación dentro del sistema ambiental regional. Se estima que se recupere parte de la cobertura vegetal con la ejecución del programa de reforestación.
Fauna	Fragmentación de habitas, efecto barrero.	Durante la construcción del proyecto se implementará el programas de rescate y reubicación de fauna, se rescataran y reubicaran especies susceptibles por su baja movilidad como anfibios y reptiles, se realizaran ahuyentamiento de fauna antes de iniciar las actividades los trabajos de maquinaria, al finalizar los trabajos constructivos se adecuaran obras de drenaje como pasos de fauna, de tal manera que se reduzcan las muertes de fauna por el efecto barrera filtro. Se colocaran letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
Paisaje	Calidad escénica	La afectación a la calidad escénica con la modernización de la carretera es moderada en la etapa de construcción y mínima en la etapa de operación. Con implementación de la reforestación con especies nativas se restaurara el paisaje del área.
Social	Migración y acceso a servicios	Se pretende que con el mejoramiento del camino se facilite la movilidad urbana para acceder a la cabecera municipal y a otras ciudades sin tener que migrar.
Económico	Empleo temporal y movilidad	Con la operación del camino mejorado se facilitará la movilidad de productos. Durante la etapa de construcción se generan empleos temporales.

Durante los trabajos de construcción del camino: “E.C. (Cuicatlán - Oaxaca) - Santa María Tejotepec, tramo del Km. 0+000 al Km. 8+009, se llevarán a cabo el conjunto de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales generados; tanto la ejecución de las mismas, como su

efectividad y la aparición de impactos no previstos o el agravamiento de los ya existentes, serán objeto de un control y vigilancia del cumplimiento de estos dependerá la minimización de los impactos y la rápida actuación ante problemas imprevistos añadidos. De acuerdo a lo ya antes expuesto, la prevención y protección ambiental es de suma importancia, pues ambas siempre se complementan por lo que es importante mencionar que se considera incorporar a profesionista o especialista (supervisión ambiental), para poder llevar a cabo la adecuada supervisión de la ejecución de las medidas de mitigación, la coordinación de las acciones de todo el personal que participa en la construcción, así como su capacitación en materia ambiental.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El proyecto se desarrollará sobre el camino existente, aunque se contemplan polígonos de rectificación para el mejoramiento de las curvas y ampliación de línea de ceros, no se proponen sitios alternativos, el análisis del proyecto ejecutivo cuya base se desarrolló del trabajo de ingeniería, topografía y geotecnia, además de las información cartográfica, cartas geológicas y usos de suelo en escala 1:250,000 y 1:50,000 del INEGI; así como imágenes satelitales, la identificación en campo de poblaciones, zonas de transición o contacto geológico, los desniveles, el cruce con ríos, escurrimientos y con otras vías de comunicación, áreas protegidas y otros aspectos ambientales, indicaron que la construcción del camino actual es la opción más viable en términos de ingeniería vial, económicos y ecológicos para evitar mayores afectaciones al ambiente.

Las afectaciones de mayor impacto se presentarán durante la etapa preparación del sitio y construcción en los elementos de flora y suelo, sin embargo es importante tomar en cuenta que el proyecto contempla la modernización a un camino tipo D mejorado, y la mayoría de la superficie de rodamiento ya se encuentra en despalme por lo que el área ya se encuentra perturbada por las actividades antrópicas. No obstante, el proyecto no representa un factor de alto impacto que produzca variaciones a una escala geográfica mayor, esto debido a que se trata de un camino de bajo afore vehicular.

En relación al componente biológico, no se observaron impactos adicionales ya que se trata de un área alterada, se propone medidas de prevención, mitigación y compensación de tal manera que se reduzcan los impactos generados. En relación al aspecto socioeconómico, el análisis se inclina hacia los efectos benéficos, por la creación temporal de fuentes de trabajo, por las condiciones de seguridad y al mejoramiento de la infraestructura vial de las localidades cercanas al proyecto. De acuerdo con el análisis y evaluación general, se establece que los impactos negativos en el aspecto físico, serán compensados por la implementación de las medidas de mitigación.