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

CAPITULO I

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

CONTENIDO

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

I.1. Proyecto 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1

I.2. Promovente 1

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 1
I.3.1. Nombre o razón social 1
I.3.2. Nombre del responsable tecno de la elaboración del estudio de impacto ambiental 1
I.3.3. Correos electrónicos 2

I.4. Declaratoria de decir verdad 2

I.5. Ubicación del proyecto 3
I.5.1. Entidad federativa 3
I.5.1. Municipio 3

I.6. Descripción especifica de las obras y activades, incluyendo obras complementarias 4
I.6.1. Derecho de vía 6
I.6.1. Superficie del camino actual 6
I.6.1. Superficie del proyecto 7
I.6.1. Obras de drenaje 8
I.6.1.1. Obras de drenaje mayor 8
I.6.1.2. Dimensiones de la superestructura 9
I.6.1.3. Características de la superestructura 11
I.6.1.4. Accesos 12
I.6.2. Obras de drenaje menores 12
I.6.3. Obras complementarias 15
I.6.3.1. Cunetas. 15
I.6.3.2. Bordillos 17
I.6.3.3. Lavaderos. 19
I.6.3.4. Contracunetas. 20
I.6.4. Vegetación en el área del proyecto 21
I.6.4.1. Vegetación de acuerdo con INEGI 21
I.6.4.2. Vegetación existente en campo 23
I.6.5. Tipo de obra 25
I.6.6. Inversión requerida 25
I.6.7. Duración estimada del proyecto 25
I.6.8. Resumen de características del proyecto 26
I.6.9. Superficies generales del proyecto 28

CUADROS

Cuadro 1. Caminos que conforman el proyecto 5
Cuadro 2. Características generales del camino actual y del proyecto 5
Cuadro 3. Características de largo y amplitud de eje 6
Cuadro 4. Superficie del Derecho de Vía 6
Cuadro 5. Coordenadas del proyecto 6
Cuadro 6. Características particulares del camino existente 7
Cuadro 7. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto 7
Cuadro 8.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto 8
Cuadro 9.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente 8
Cuadro 10. Características de la sección tipo del puente 10
Cuadro 11. Obras de drenaje que comprende el proyecto 12
Cuadro 12. Localización de las cunetas del presente proyecto. 15
Cuadro 13. Localización de los bordillos 17
Cuadro 14. Localización de los lavaderos 19
Cuadro 15. Localización de las contracunetas del presente proyecto. 21
Cuadro 16.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI 22
Cuadro 17.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo 23
Cuadro 18.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 25
Cuadro 19. Costos asociados al proyecto 25
Cuadro 20. Cronograma de activdades 26

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto 3
Figura 2. Areas que componen el proyecto 4
Figura 3.- Sección tipo 7
Figura 4.- Puentes del proyecto 9
Figura 5. Sección trasversal de los puentes de 9 m de ancho 10
Figura 6. Sección trasversal de los puentes de 10 m de ancho 11
Figura 7.- Localización de las obras de drenaje 14
Figura 8.- Uso de suelo y vegetación según INEGI 22
Figura 9.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo 24

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

I.2. Promovente

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes Centro SICT Oaxaca

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

GRUPO CORPOSIIA

I.3.2. Nombre del responsable tecno de la elaboración del estudio de impacto ambiental

M. en C. de la Sostenibilidad Alida Velázquez

Cédula Profesional: 11033431

I.3.1. Colaboradores en la elaboración del estudio

Biól. Roció Ramírez Barrios

[redacted]

I.3.2. Correos electrónicos

[redacted]

I.4. Declaratoria de decir verdad

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

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

M. en C. de la Sostenibilidad Alida Velázquez

Nota: La responsabilidad respecto del contenido del presente documento corresponderá a quien lo elabore. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.

I.5. Ubicación del proyecto

I.5.1. Entidad federativa

El proyecto se encuentra en el estado de Oaxaca el cual se sitúa en la región suroeste, limita al norte con Puebla y Veracruz, al este con Chiapas, al sur con el océano Pacífico y al oeste con Guerrero.

I.5.2. Municipio

El proyecto se localiza en el municipio de San Martín Peras, una de las 570 demarcaciones del estado de Oaxaca y parte del distrito de Juxtlahuaca. Su territorio limita al norte con Silacayoápam y San Francisco Tlapancingo; al este con San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; y al oeste con el municipio de Alcozauca, en el estado de Guerrero.

Administrativamente, el municipio cuya cabecera es la localidad homónima se integra por agencias municipales, de policía, colonias, rancherías y núcleos rurales. De acuerdo con el censo de 2020, San Martín Peras cuenta con 59 localidades, entre las cuales destacan Ahuejutla, La Escopeta y San Miguel Peras por su categoría de Agencias Municipales.

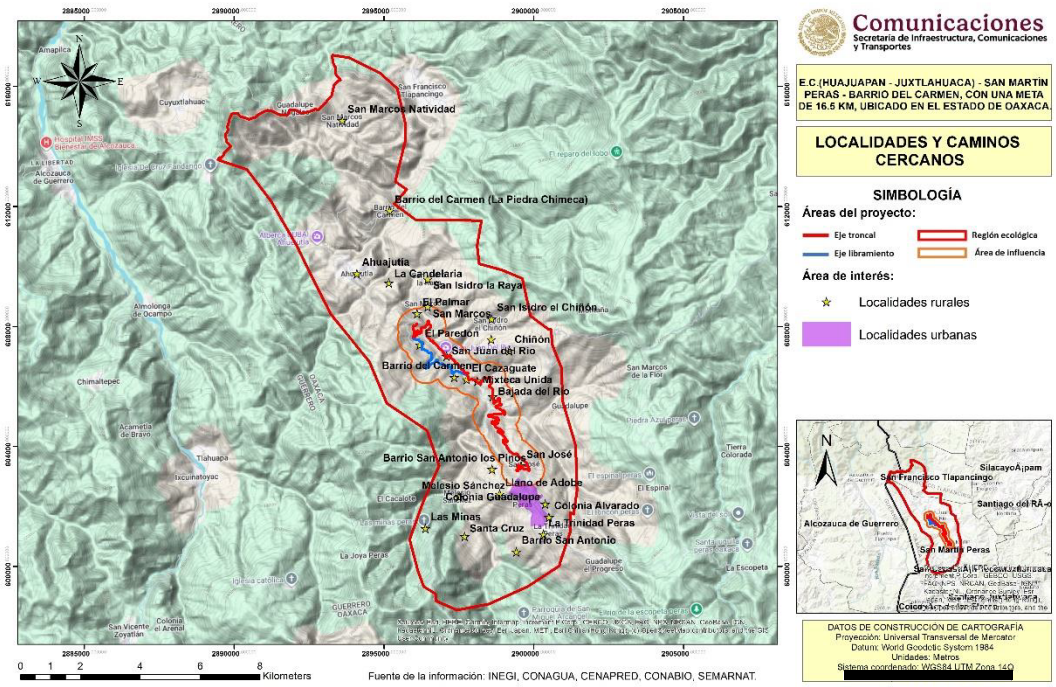


Figura 1. Ubicación del proyecto

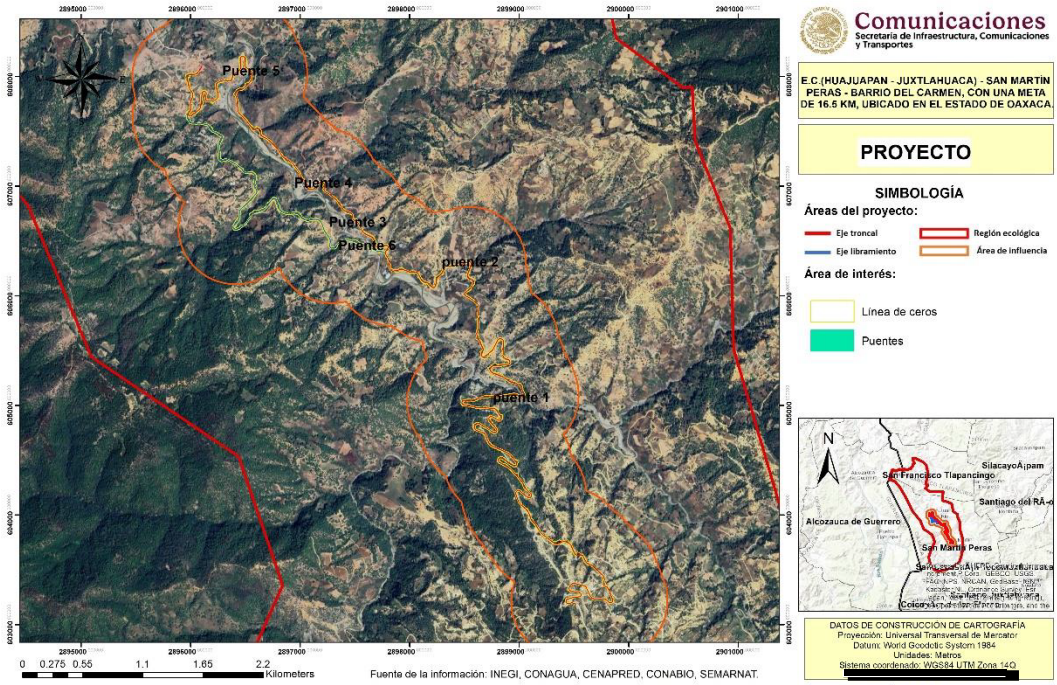


Figura 2. Areas que componen el proyecto

I.6. Descripción especifica de las obras y activades, incluyendo obras complementarias

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que comunica a las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón con la troncal. Es fundamental destacar que la modernización de este camino parte de la cabecera municipal de San Martín Peras y comprende una longitud total de 16.379 km de intervención, abarcando ambas rutas dentro del municipio ubicado en el estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte del Programa Nacional General Lázaro Cárdenas del Río, impulsado por el Gobierno Federal, el cual consiste en trabajar integralmente en la región del Balsas, contemplando a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla, Morelos y el Estado de México. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km, como se muestra a continuación:

Cuadro 1. Caminos que conforman el proyecto

Eje	Estacion de inicio	Estacion de fin	Longitud
Troncal	36+400	49+340	12.940 km
Ramal	100+000	103+349	3.439 km
Total			**16.379 km**

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona graves dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, aunque el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35 metros, esta superficie de terracería no presenta la pendiente ni el tipo de curvas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro. Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, la pavimentación de toda la longitud del camino y se ajustará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región

A continuación, se muestran las especificaciones geométricas del proyecto:

Cuadro 2. Características generales del camino actual y del proyecto

Elemento	Troncal	Ramal
Camino tipo	D	D
Inicio	36+400	100+000
Fin	49+340	103+439
Longitud	12,940	3,439
Ancho de derecho de vía (m)	40	40
Ancho línea de ceros (m)	15.8347	17.8002
Ancho de corona (m)	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7
Número de carriles	2	2
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5
Superficie del derecho de vía (m2)	51.223	13.9904
Superficie línea de ceros (m2)	20.49005	6.1215
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	20.49005	6.1215

I.6.1. Derecho de vía

El Derecho de Vía, corresponde a la superficie total del predio, como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea únicamente la línea de ceros, ya que fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Cuadro 3. Características de largo y amplitud de eje

Elemento	Troncal	Ramal
Largo (m)	12,940	3,439
Amplitud (m)	20	20

Cuadro 4. Superficie del Derecho de Vía

Derecho de vía	Superficie (ha)
Troncal	51.223
Ramal	13.9904
Total	65.2134

I.6.1. Superficie del camino actual

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 5. *Coordenadas del proyecto*

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	36+400	49+340	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Ramal	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

La superficie del camino actual es de **13.3490 ha**, con una longitud de 15.9 km y una amplitud promedio de 8.35 metros.

Cuadro 6. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente (m)	Ancho del camino existente (m)	Superficie del camino actual (ha)
15,980	8.35	13.3490

Se determinó que dicha área es de **6.0253 ha**; lo que representa que de las 13.3490 ha que ocupa el camino actual, 6.0253 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (7.32.37 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto

Longitud del camino existente (m) (1)	Ancho de camino existente (m) (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (4)	Superficie total del camino actual (ha) (3+4)
15,980	8.35	**6.0253**	7.3237	13.349

I.6.1. Superficie del proyecto

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha.

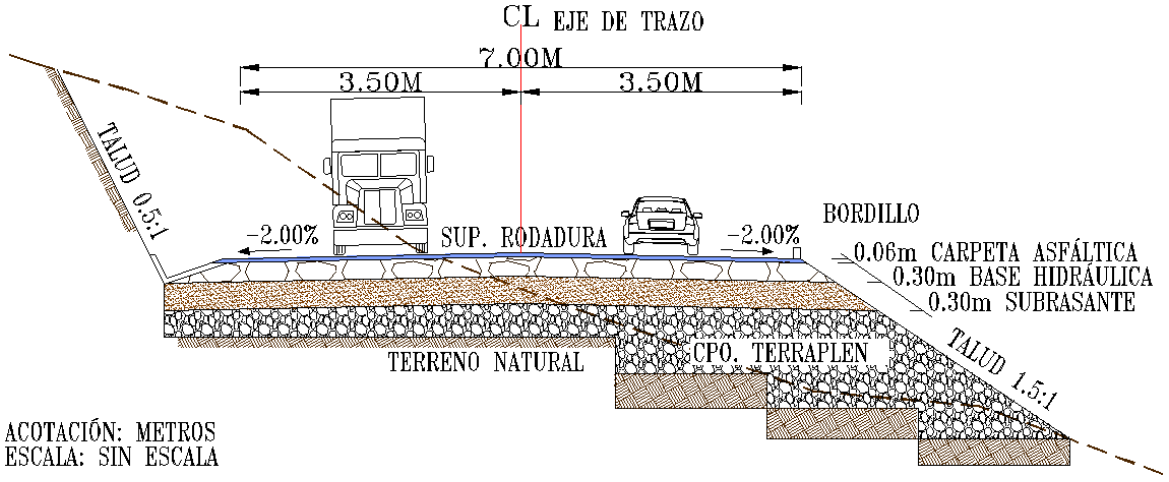


Figura 3.- Sección tipo

Cuadro 8.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Ramal	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**26.6115**	**100 %**

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 9.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

I.6.1. Obras de drenaje

I.6.1.1. Obras de drenaje mayor

De acuerdo con el estudio hidrológico, el proyecto requiere la construcción de 6 puentes, siendo 5 puentes sobre la troncal y uno sobre el entronque, los cuales tienen la función de librar escurrimientos de caudal amplio, a continuación, se muestran las características de los puentes. Cabe mencionar que el reemplazo de los puentes 47+600 y 10+600 no incluye explosivos para su demolición.

Cuadro 1.- Características de los puentes

Camino	Nombre	KM	Longitud
Troncal	Puente 1	41+700	30
Troncal	Puente 2	43+900	70
Troncal	Puente 3	45+460	30
Troncal	Puente 4	45+980	40
Ramal	Puente 5	100+600	40

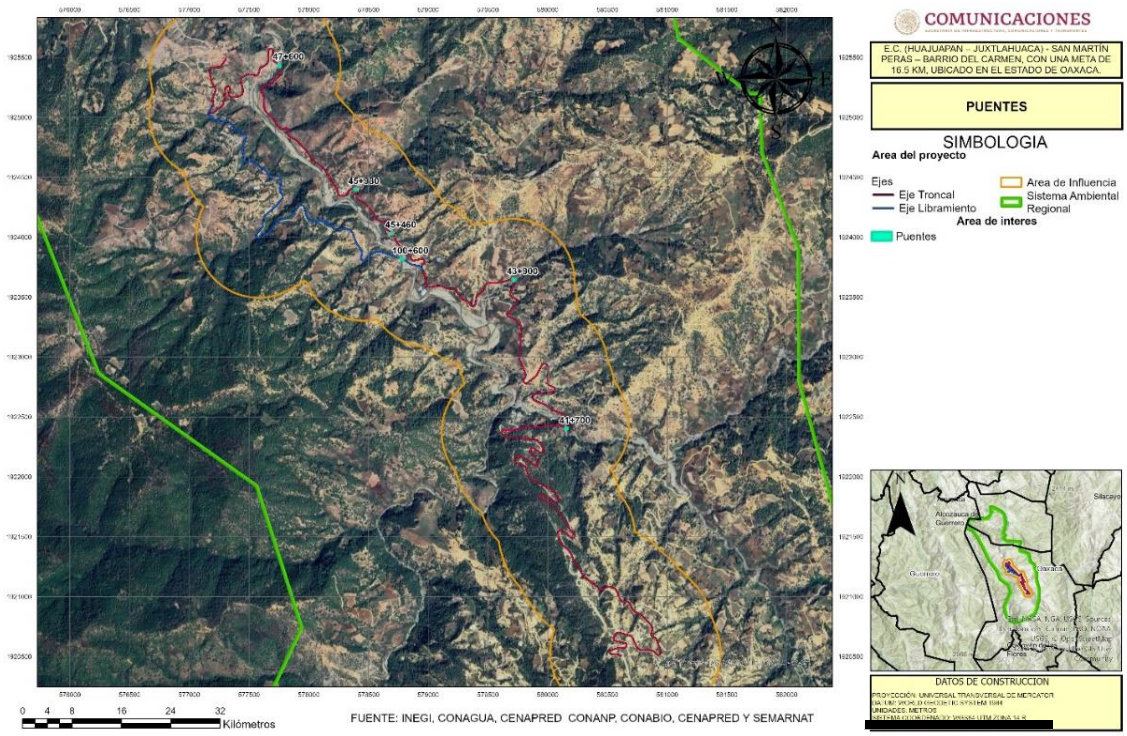


Figura 4.- Puentes del proyecto

I.6.1.2. Dimensiones de la superestructura

La sección tipo del puente se proyecta en un ancho de super estructura 9 m para los puentes 43+900, 45+460, 45+980 y 100+600, y una super estructura de 10 m para los puentes 41+700 y 47+600; para ambos casos se tendrá un ancho de calzada y de corona de 6 m.

Cuadro 10. Características de la sección tipo del puente

Componentes	Dimensiones (m)	Dimensiones (m)
Guarnición izquierda	0.25	0.25
Banqueta izquierda	1.25	0.75
Ancho de corona	7.0	7.0
Banqueta derecha	1.25	0.75
Guarnición derecha	0.25	0.25
Total	**10 m**	**9 m**

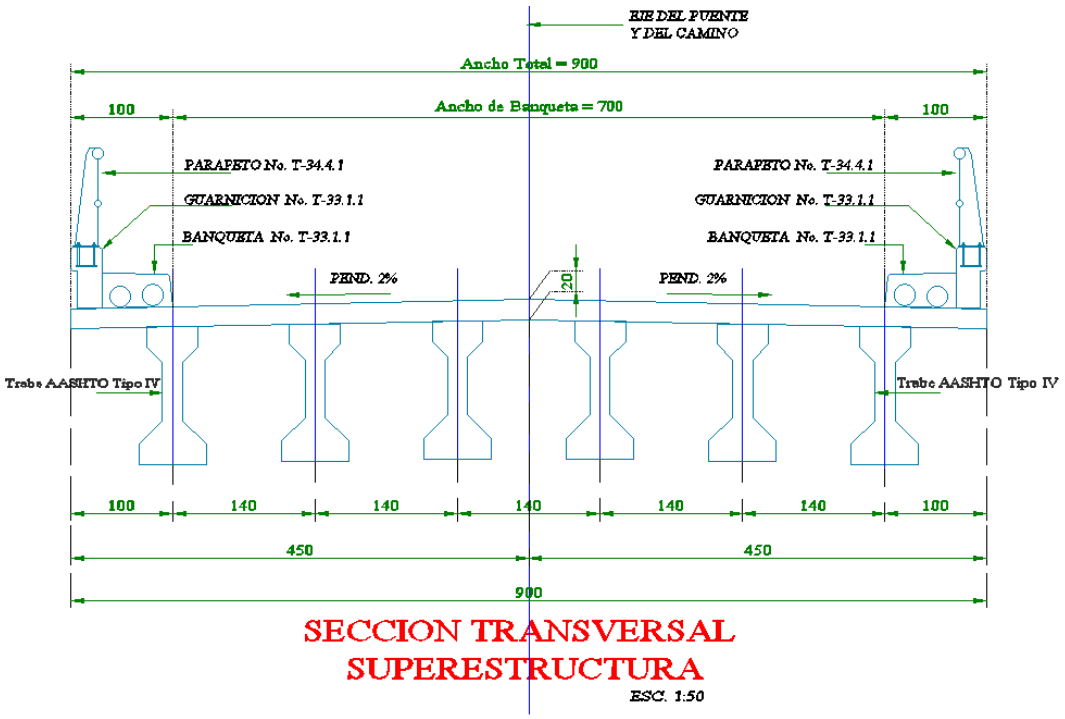


Figura 5. Sección trasversal de los puentes de 9 m de ancho

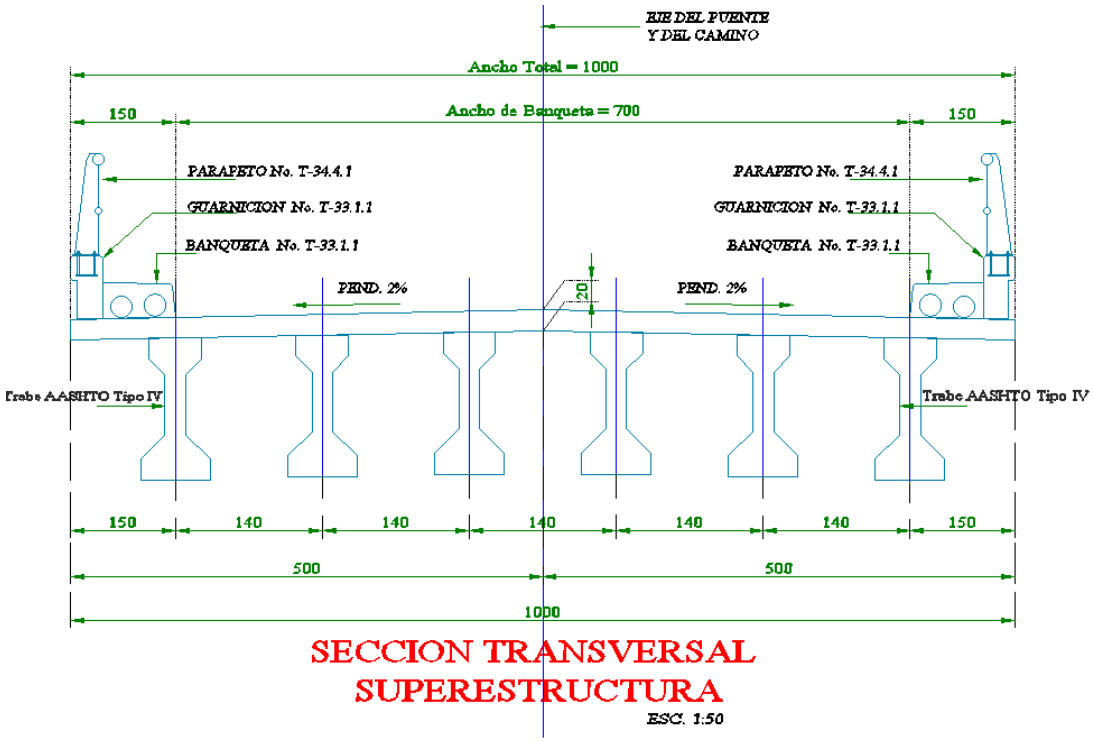


Figura 6. Sección trasversal de los puentes de 10 m de ancho

I.6.1.3. Características de la superestructura

A continuación, se muestran las características de las super estructuras que conforman los puentes:

Puente 41+700: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 5 m cada uno, con un ancho total de 10 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes y una pila de 12 m cada uno, teniendo una super estructura de 190.5 m^2

Puente 43+900: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0 m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 15 m cada uno, teniendo una super estructura de 160 m^2

Puente 45+460: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claro de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 6 m cada uno, teniendo una super estructura de 113.5 m^2

Puente 45+980: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claro de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes 10 m cada uno, teniendo una super estructura de 132.5 m^2

Puente 47+600: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 10 m cada uno, con un ancho total de 10 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 6 m cada uno, teniendo una super estructura de 188.5 m^2

Puente 100+600: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes y una pila de 12 m cada uno, teniendo una super estructura de 212.7 m^2

I.6.1.4. Accesos

Ya que los puentes forman parte del camino a modernizar, no se contempla el diseño de accesos

I.6.2. Obras de drenaje menores

Para el resto de los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico se contempla el uso de obras de drenaje menor con la intención de garantizar escorrentía original del terreno. Esto se logrará mediante la implementación de un sistema de drenaje pluvial cuidadosamente diseñado que se integrará a lo largo de todo el tramo del proyecto, por lo que el proyecto ejecutivo considera la construcción de 58 obras de drenaje. En el siguiente cuadro se enlistan algunas características de dichas obras, así como sus ubicaciones:

Cuadro 11. Obras de drenaje que comprende el proyecto

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	1	36+492	Losa	4x4 m	580866.913	1920679.18
Troncal	2	36+972	Tubo	1.2 m	580690.486	1920675.79
Troncal	3	37+068	Losa	5.5x1.2	580737.856	1920595.39
Troncal	4	37+757	Losa	3x3 m	580730.827	1920873.44
Troncal	5	37+901	Tubo	1.2 m	580631.86	1920956.1
Troncal	6	38+171	Tubo	1.2 m	580434.365	1921065.34
Troncal	7	39+020	Tubo	1.2 m	580195.569	1921551.42

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	8	39+097	Tubo	1.2 m	580155.187	1921617.48
Troncal	9	39+207	Tubo	1.2 m	580088.299	1921704.21
Troncal	10	39+706	Tubo	1.2 m	580057.003	1921866.52
Troncal	11	40+054	Tubo	1.2 m	579807.93	1922087.93
Troncal	12	40+896	Tubo	1.2 m	579822.566	1922316.38
Troncal	13	41+199	Tubo	1.2 m	579678.927	1922390.18
Troncal	14	42+221	Tubo	1.2 m	579928.05	1922699.22
Troncal	15	42+367	Tubo	1.2 m	580059.315	1922732.09
Troncal	16	42+532	Tubo	1.2 m	580001.381	1922863.02
Troncal	17	42+779	Tubo	1.2 m	579888.05	1922829.28
Troncal	18	42+935	Tubo	1.2 m	579812.72	1922837.37
Troncal	19	43+360	Tubo	1.2 m	579782.462	1923247.73
Troncal	20	43+681	Tubo	1.2 m	579744.717	1923472.81
Troncal	21	44+118	Tubo	1.2 m	579500.583	1923619.82
Troncal	22	44+584	Tubo	1.2 m	579223.016	1923567.62
Troncal	23	44+721	Tubo	1.2 m	579090.646	1923595.09
Troncal	24	44+923	Tubo	1.2 m	578971.555	1923687.24
Troncal	25	45+053	Tubo	1.2 m	578968.294	1923803.77
Troncal	26	45+386	Tubo	1.2 m	578732.177	1923966.6
Troncal	27	45+459	Tubo	1.2 m	578699.539	1924032.63
Troncal	28	45+688	Tubo	1.2 m	578551.619	1924180.9
Troncal	29	45+739	Tubo	1.2 m	578526.334	1924224.18
Troncal	30	46+067	Tubo	1.2 m	578323.177	1924366.83
Troncal	31	46+422	Tubo	1.2 m	578117.352	1924581.9
Troncal	32	46+614	Tubo	1.2 m	577983.746	1924715.55
Troncal	33	46+768	Tubo	1.2 m	577873.4	1924821.22
Troncal	34	46+873	Tubo	1.2 m	577665.555	1925023.28
Troncal	35	46+873	Losa	5x5	577824.534	1924901.15
Troncal	36	47+379	Tubo	1.2 m	577647.785	1925266.86
Troncal	37	47+962	Tubo	1.2	577614.466	1925424.05
Troncal	38	48+165	Losa	5x3	577434.633	1925323.78
Troncal	39	48+660	Tubo	1.2 m	577290.643	1925149.59
Troncal	40	48+760	Tubo	1.2 m	577240.966	1925069.58
Troncal	41	48+990	Tubo	1.2 m	577193.715	1925090.71
Troncal	42	49+137	Tubo	1.2 m	577180.949	1925322.23
Troncal	43	49+219	Tubo	1.2 m	577171.874	1925403.45
Ramal	1	100+063	Tubo	1.2 m	578912.931	1923762.2
Ramal	2	100+335	Tubo	1.2 m	578660.797	1923858.91

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Ramal	3	100+563	Tubo	1.2 m	578462.082	1923803.07
Ramal	4	100+693	Tubo	1.2 m	578425.419	1923912.94
Ramal	5	100+986	Tubo	1.2 m	578222.507	1924065.88
Ramal	6	101+206	Tubo	1.2 m	578030.288	1924137.32
Ramal	7	101+513	Tubo	1.2 m	577845.3	1924173.64
Ramal	8	101+783	Tubo	1.2 m	577634.832	1924019.75
Ramal	9	101+862	Tubo	1.2 m	577564.254	1924003.2
Ramal	10	102+101	Tubo	1.2 m	577662.424	1924204.97
Ramal	11	102+343	Tubo	1.2 m	577760.99	1924392.34
Ramal	12	102+529	Tubo	1.2 m	577685	1924508.14
Ramal	13	102+810	Tubo	1.2 m	577451.218	1924628.33
Ramal	14	103+277	Tubo	1.2 m	577286.487	1924966.29
Ramal	15	103+401	Tubo	1.2 m	577172.521	1925001.32

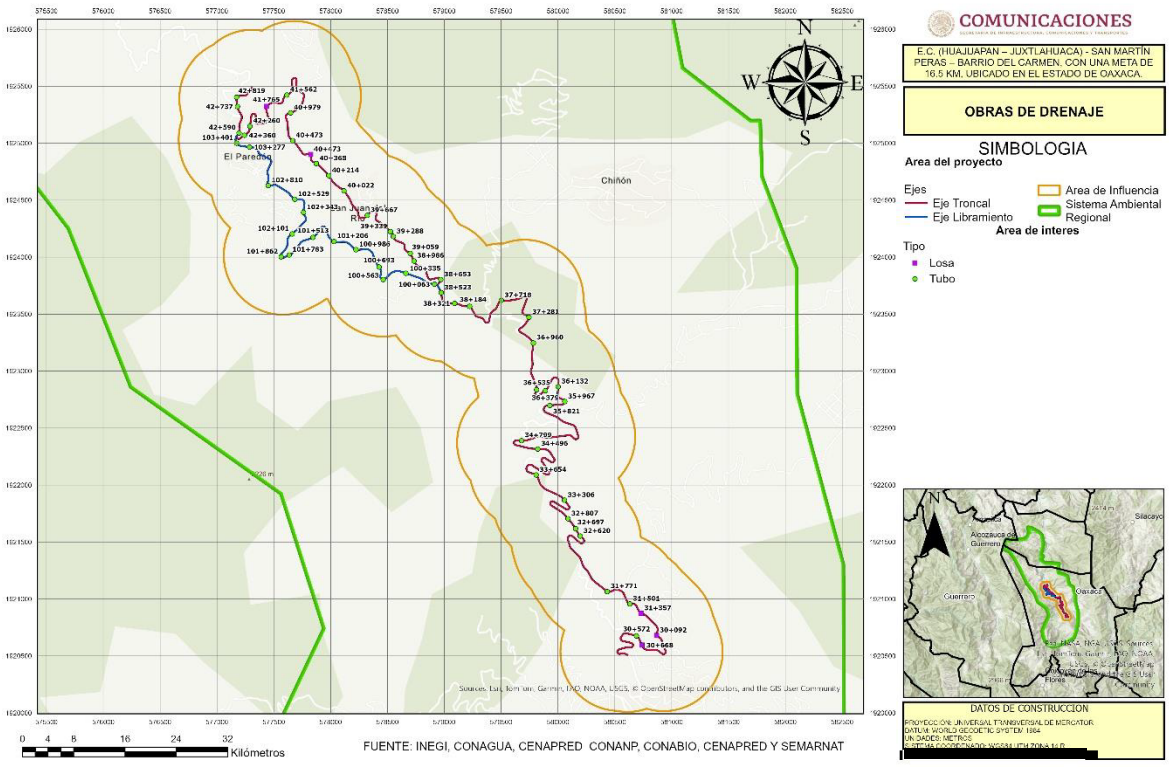


Figura 7.- Localización de las obras de drenaje

I.6.3. Obras complementarias

Para el resto del tramo carretero se construirán distintas obras complementarias, las cuales tienen la función de encauzar el agua de lluvia a los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico, con la intención de mantener la escorrentía de la zona a la vez que se protege la carpeta asfáltica del camino.

I.6.3.1. Cunetas.

Una cuneta es una zanja o canal que se abre a los lados del camino y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños o inundaciones. También puede servir como defensa de pequeños derrumbes cuando las vías transitan por trincheras. Para el proyecto se consideran un total de 17,336 m de cunetas, siendo 13,597 m en el troncal y 3,739 m del lado derecho.

Cuadro 12. Localización de las cunetas del presente proyecto.

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
36+400.00	36+480.00	80.00	36+400.00	37+040.00	640.00
36+606.00	36+800.00	194.00	37+138.00	37+160.00	22.00
37+300.00	37+464.00	164.00	37+240.00	37+300.00	60.00
37+520.00	37+740.00	220.00	37+520.00	37+540.00	20.00
37+780.00	38+763.00	983.00	37+780.00	37+860.00	80.00
38+827.00	38+840.00	13.00	37+929.00	38+020.00	91.00
38+920.00	39+420.00	500.00	38+200.00	38+240.00	40.00
39+560.00	40+120.00	560.00	38+340.00	38+440.00	100.00
40+240.00	40+300.00	60.00	38+501.00	38+705.00	204.00
40+360.00	40+560.00	200.00	38+780.00	38+985.00	205.00
40+620.00	41+153.00	533.00	39+049.00	39+080.00	31.00
41+240.00	41+380.00	140.00	39+136.00	39+160.00	24.00
41+460.00	41+640.00	180.00	39+220.00	39+260.00	40.00
41+940.00	41+952.00	12.00	39+380.00	39+620.00	240.00
42+040.00	42+080.00	40.00	39+780.00	40+123.00	343.00

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
42+240.00	42+260.00	20.00	40+160.00	40+400.00	240.00
42+560.00	42+581.00	21.00	40+480.00	40+660.00	180.00
42+700.00	42+740.00	40.00	41+080.00	41+160.00	80.00
43+000.00	43+040.00	40.00	41+220.00	41+400.00	180.00
43+089.00	43+120.00	31.00	41+448.00	42+480.00	1032.00
43+511.00	43+520.00	9.00	42+560.00	42+581.00	21.00
43+577.00	43+620.00	43.00	42+620.00	43+300.00	680.00
43+700.00	43+820.00	120.00	43+360.00	43+662.00	302.00
44+076.00	44+100.00	24.00	43+698.00	44+100.00	402.00
44+180.00	44+221.00	41.00	44+140.00	44+300.00	160.00
44+540.00	44+565.00	25.00	44+338.00	44+382.00	44.00
45+100.00	45+148.00	48.00	44+420.00	44+640.00	220.00
45+260.00	45+360.00	100.00	44+720.00	44+749.00	29.00
46+280.00	46+312.00	32.00	44+795.00	44+880.00	85.00
46+834.00	46+840.00	6.00	44+980.00	45+040.00	60.00
46+896.00	46+920.00	24.00	45+080.00	45+360.00	280.00
47+000.00	47+040.00	40.00	45+400.00	45+671.00	271.00
47+493.00	47+525.00	32.00	45+760.00	45+800.00	40.00
47+780.00	47+820.00	40.00	45+862.00	45+922.00	60.00
48+240.00	48+285.00	45.00	46+010.00	46+120.00	110.00
48+420.00	48+520.00	100.00	46+260.00	46+400.00	140.00
48+840.00	49+124.00	284.00	46+520.00	46+600.00	80.00
49+160.00	49+204.00	44.00	46+700.00	47+260.00	560.00
49+240.00	49+340.00	100.00	47+314.00	47+347.00	33.00
Total		**5,188.00**	47+400.00	47+420.00	20.00
			47+480.00	47+580.00	100.00
			47+780.00	48+100.00	320.00
			48+240.00	48+460.00	220.00
			48+560.00	48+640.00	80.00
			48+700.00	48+900.00	200.00
			49+160.00	49+200.00	40.00
			Total		**8,409.00**
RAMAL					

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+240.00	100+541.00	301.00	100+080.00	100+160.00	80.00
100+600.00	102+400.00	1800.00	100+600.00	100+671.00	71.00
102+460.00	103+473.00	1013.00	100+880.00	100+920.00	40.00
Total		**3,114.00**	101+000.00	101+040.00	40.00
			101+120.00	101+180.00	60.00
			101+220.00	101+260.00	40.00
			101+400.00	101+420.00	20.00
			102+730.00	102+764.00	34.00
			102+880.00	102+921.00	41.00
			103+020.00	103+080.00	60.00
			103+234.00	103+260.00	26.00
			103+300.00	103+380.00	80.00
			103+440.00	103+473.00	33.00
			Total		**625.00**

I.6.3.2. Bordillos

De igual forma que las cunetas con el objeto de proteger el camino contra el efecto nocivo del agua y considerando las condiciones pluviométricas y el tipo de suelo de la región, se estima conveniente construir bordillos, Para el proyecto se consideran un total de 18,238 m de bordillos, siendo 17,336 m en el troncal y 899 m del lado derecho

Cuadro 13. Localización de los bordillos

BORDILLO DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
39+480.00	39+520.00	40.00	38+140.00	38+180.00	40.00
41+180.00	41+221.00	41.00	40+840.00	40+947.00	107.00
41+400.00	41+448.00	48.00	49+204.00	49+242.00	38.00
41+740.00	41+900.00	160.00	**Total**		**185.00**

41+960.00	42+026.00	66.00
42+280.00	42+400.00	120.00
42+480.00	42+540.00	60.00
42+600.00	42+680.00	80.00
42+800.00	42+840.00	40.00
42+920.00	42+980.00	60.00
44+280.00	44+320.00	40.00
44+660.00	44+780.00	120.00
44+900.00	44+960.00	60.00
45+038.00	45+085.00	47.00
45+549.00	45+620.00	71.00
46+400.00	46+500.00	100.00
46+660.00	46+780.00	120.00
47+220.00	47+300.00	80.00
47+360.00	47+480.00	120.00
47+960.00	48+020.00	60.00
48+080.00	48+220.00	140.00
Total		**1673.00**

RAMAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+057.00	100+100.00	43.00	100+220.00	100+360.00	140.00
100+160.00	100+220.00	60.00	100+500.00	100+580.00	80.00
Total		**103.00**	101+440.00	101+580.00	140.00
			101+891.00	101+940.00	49.00
			102+000.00	102+120.00	120.00
			102+340.00	102+400.00	60.00
			102+500.00	102+580.00	80.00
			102+640.00	102+700.00	60.00
			102+793.00	102+860.00	67.00
			Total		**796.00**

I.6.3.3. Lavaderos.

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos y cunetas, a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Se considera la construcción de 60 lavaderos a lo largo del camino, ubicándose 34 en el troncal y 26 en el libramiento

Cuadro 14. Localización de los lavaderos

LAVADEROS DEL TRAMO			
TRONCAL			
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
KM	LONG. (m)	KM	LONG. (m)
39+520.00	11.00	38+180.00	14.00
41+221.00	3.00	40+890.00	5.00
41+420.00	10.00	40+940.00	4.50
41+790.00	3.00	49+242.00	7.00
41+840.00	3.00		
41+890.00	3.00		
41+960.00	3.00		
42+280.00	5.60		
42+330.00	3.00		
42+540.00	3.00		
42+680.00	6.50		
42+840.00	25.00		
42+920.00	10.00		
44+320.00	16.00		
44+710.00	18.00		
44+760.00	16.50		
44+900.00	3.00		
45+038.00	2.50		
45+599.00	13.00		
45+620.00	15.00		
46+450.00	19.00		
46+500.00	18.00		
46+710.00	3.75		

46+760.00	4.00
47+220.00	3.50
47+410.00	2.00
47+460.00	22.00
47+960.00	13.20
48+130.00	16.00
48+180.00	8.00

RAMAL			
LADO IZQUIERDO		**LADO DERECHO**	
KM	LONG. (m)	KM	LONG. (m)
100+057.00	3.00	100+220.00	20.00
100+220.00	12.00	100+500.00	2.00
		100+550.00	5.00
		101+490.00	5.00
		101+540.00	13.00
		101+580.00	15.00
		101+940.00	6.00
		102+050.00	11.00
		102+100.00	5.00
		102+400.00	13.00
		102+530.00	8.00
		102+580.00	13.00
		102+700.00	7.00
		102+860.00	6.50

I.6.3.4. Contracunetas.

Las contracunetas son estructuras de canal abierto anteriores a los taludes, su función es canalizar el agua anticipadamente hacia la cuneta mediante unos canales conectores llamados lavaderos, éstos a su vez, permiten regular el flujo para evitar chorros a la superficie carretera que se encuentra a un nivel inferior. De esta forma, se salvaguarda la superficie del talud evitando el deslave de éste. Para el proyecto se consideran un total de 4,733 m de cunetas, siendo 3,549 m en la troncal y 1,184 m en el entronque.

Cuadro 15. Localización de las contracunetas del presente proyecto.

CONTRACUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
37+780.00	38+480.00	700.00	41+220.00	41+400.00	180.00
39+040.00	39+400.00	360.00	46+880.00	47+400.00	520.00
41+460.00	42+280.00	820.00	**Total**		**700.00**
43+698.00	44+060.00	362.00			
44+620.00	44+820.00	200.00			
45+183.00	45+360.00	177.00			
48+860.00	48+943.00	83.00			
49+180.00	49+204.00	24.00			
49+260.00	49+383.00	123.00			
Total		**2,849.00**			
RAMAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+240.00	100+560.00	320.00			
100+900.00	101+420.00	520.00			
102+954.00	103+145.00	191.00			
103+320.00	103+473.00	153.00			
Total		**1,184.00**			

I.6.4. Vegetación en el área del proyecto

I.6.4.1. Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro 16.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

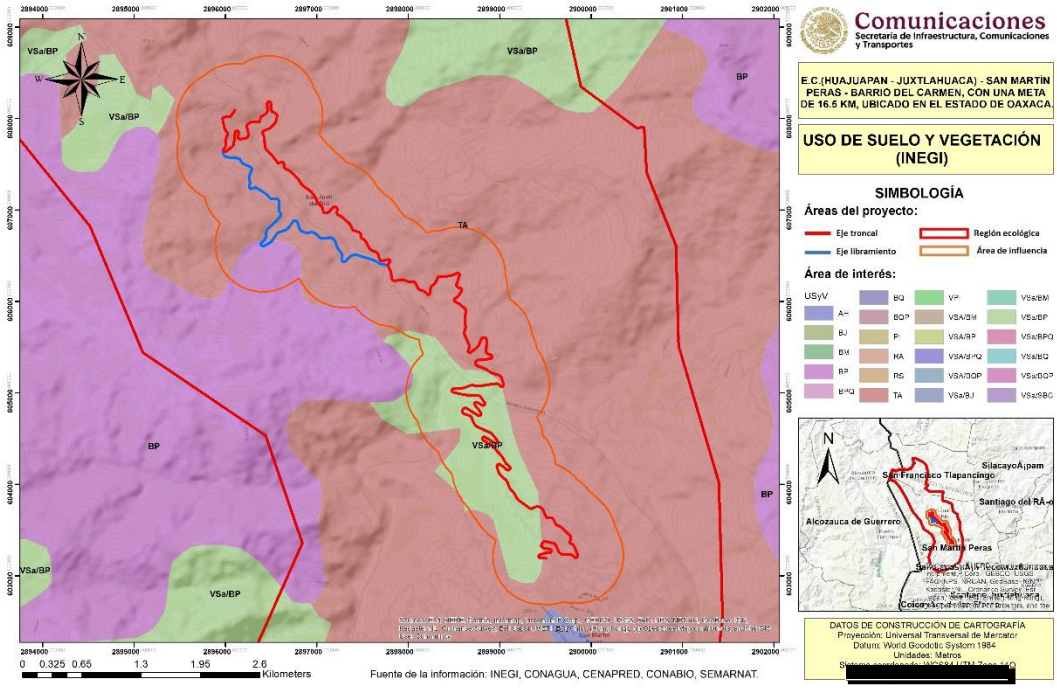


Figura 8.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

I.6.4.2. Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 17.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

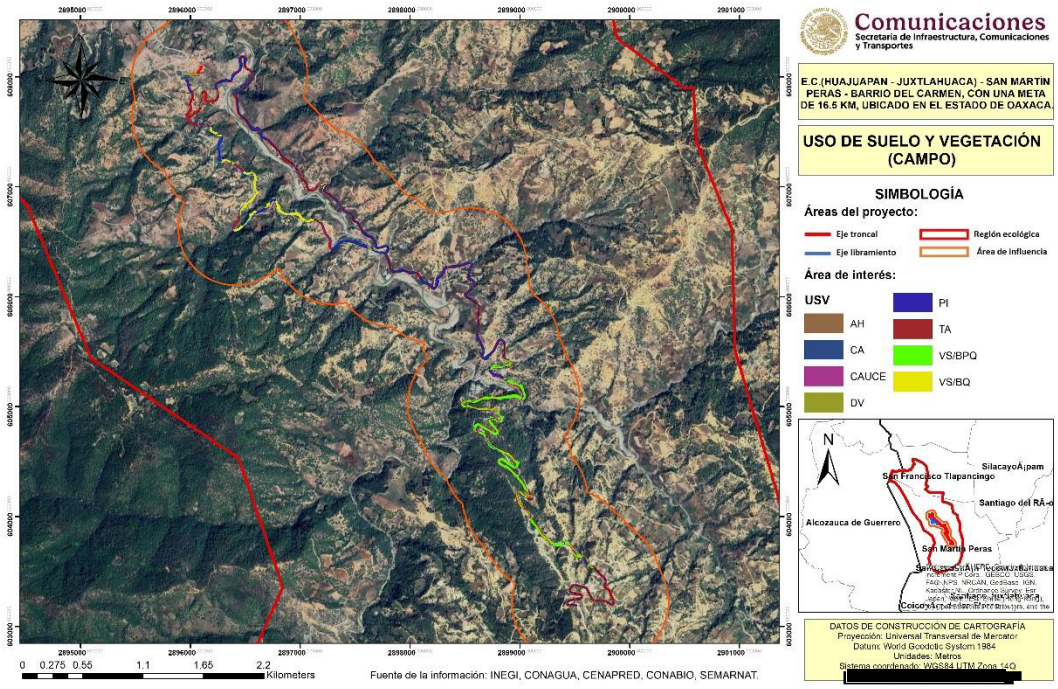


Figura 9.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 18.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	**8.2524**	**100.00%**

I.6.5. Tipo de obra

De acuerdo con el artículo 5 se trata del inciso B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN, el proyecto contempla la modernización y pavimentación del camino San Martín Peras–Barrio del Carmen, el cual suma una longitud total de 16.379 km distribuidos en un eje principal de 13 km (del km 36+400 al 49+400) y un ramal de 3.439 km (del km 100+000 al 103+439). La obra consiste en la mejora de curvas, la ampliación del ancho de corona a 7 metros y la pavimentación integral bajo las especificaciones técnicas de un camino tipo D, con el objetivo de optimizar la conectividad regional y garantizar condiciones de tránsito seguras y eficientes para los usuarios de la zona.

I.6.6. Inversión requerida

Se presenta de forma resumida los costos asociados a la obra, se anexa el desglose

Cuadro 19. Costos asociados al proyecto

Costo de inversión del proyecto	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	Total
$206,467,687.58	**$5,816,804.57**	**$212,354,492.16**

I.6.7. Duración estimada del proyecto

Etapa	Duración
Preparación del sitio y construcción	7 años
Operación y/o mantenimiento	30 años
Cierre y abandono del sitio	No se prevé el abandono

Cuadro 20. Cronograma de activdades

Etapa	Obras y actividades	Año 1						Año 2						Año 3						Año 4						Año 5						Año 6						Año 7 a 30 años					
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	23	28	30	32	34	36	38	40	42	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
Preparación del sitio	Rescate de flora																																										
	Rescate y reubicación de fauna																																										
	Despalme																																										
Cortes y excavaciones																																											
Obras de drenaje																																											
Terracerías																																											
Asfaltado																																											
Señalamiento																																											
Medidas de mitigación	Reubicación de flora a vivero																																										
	Mantenimiento de las especies de flora																																										
	Monitoreo y evaluación de sobrevivencia de los individuos de flora reubicados																																										
	Pasos de Fauna																																										
	Programa de reforestación																																										
	Mantenimiento de reforestación																																										
	Monitoreo y evaluación de sobrevivencia de la reforestación																																										
	Obras de conservación de suelo y de agua																																										
	Programa de manejo de residuos solidos																																										
	Supervisión ambiental																																										

I.6.8. Resumen de características del proyecto

Los valores presentados corresponden a estimaciones basadas en literatura técnica y proyectos análogos en México.

Concepto	Preparación del sitio y construcción	Operación
Consumo de energía eléctrica	1,1275.2 kWh	0.00
Consumo de agua	4,800 l	0.00
Emisiones de gases de efecto invernadero	CO2 (t/año) 5,043	0.00
	CH4 (t/año) 0.2825	0.00
	N2O (t/año) 2.3993	0.00
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	Material de banco: 142,975 m3	0.00
Generación de residuos	Peligrosos: Variable	0.00
	Manejo especial:4 892 m3	0.00
	Sólidos urbanos: 1,629 kg	0.00
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga	El manejo de las aguas residuales de los sanitarios móviles se realizará con empresas autorizadas fuera de sitio	0.00

Como se observa en la tabla anterior, los consumos de insumos y la generación de residuos se concentran exclusivamente en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para la etapa de operación, se reportan valores de 0.00, fundamentado en que la infraestructura carretera, por su naturaleza, es un elemento pasivo que no requiere de suministro eléctrico, agua, ni genera residuos de forma intrínseca una vez concluida su modernización. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la generación de residuos sólidos durante el uso de la vía son atribuidas a agentes externos (usuarios vehiculares) y no a la operación directa del promovente. Asimismo, las labores de mantenimiento rutinario en esta etapa serán marginales y no implican consumos o descargas adicionales a las ya evaluadas en el ciclo de vida del proyecto.

I.6.9. Superficies generales del proyecto

Concepto	Superficie	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del proyecto	**26.6115 ha** de la línea de ceros o área de afectación directa	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	**26.6115 ha** de la línea de ceros o área de afectación directa	
Superficie para intervenir sin construcción	**20.0897 ha** de superficie nueva necesaria para la construcción	
Superficie total de vegetación	**Existente**	**Por afectar**
Superficie total por cada tipo de vegetación	15.6558 ha	15.6558 ha
Pastizal inducido	7.4034 ha	7.4034 ha
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714 ha	5.7714 ha
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810 ha	2.4810 ha
Superficie de incidencia en cuerpos de agua	0.1742 ha	0.1742 ha
Superficie de incidencia en zona Federal	0.4107 ha	0.4107 ha

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPITULO II

VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DE SUELO

CONTENIDO

II. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON AL REGULACION SOBRE USO DE SUELO 1

II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental 1

II.2. Ley de Aguas Nacionales (LAN). 3

II.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 5
II.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca 11
II.3.2. Vinculación con Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUO) ... 17

II.4. Programas y/o Planes de desarrollo 18
II.4.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030 (PND) 18
II.4.2. Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030 20
II.4.3. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030 21
II.4.4. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028 22
II.4.1. Plan Municipal de San Martin Peras 24
II.4.2. Vinculación con áreas de importancia para la conservación. 24
II.4.2.1. Áreas naturales protegidas 25
II.4.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 27
II.4.2.3. Regiones Hidrológico-Prioritarias (RHP). 28
II.4.2.4. Áreas de importancia para la conservación de las aves. 29
II.4.2.5. Sitios Ramsar 30

II.1. Normas Oficiales Mexicanas. 31

II.2. Localidades con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia 36
II.2.1. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 36
II.2.2. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden estatal. 38
II.2.2.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca. 38
II.2.2.2. Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. 39
II.2.2.3. Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca 40

CUADROS

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 1
Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental. 2
Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LAN. 3

Cuadro 3. Características de la UAB 99 5
Cuadro 4. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 99 6
Cuadro 5. Características de la UGA. 12
Cuadro 6. Criterios de regulación ecológica y su vinculación con el proyecto 13
Cuadro 6. Lineamientos estratégicos y acciones regionales 17
Cuadro 8. Viculacion con el Plan Nacional de Desarrollo 19
Cuadro 9. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028 23
Cuadro 10. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas 32
Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. 39
Cuadro 12. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca. 41

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT 6
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al PORTEO 12
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP Federal 26
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto al ANP Estatal 26
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RTP. 27
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a RHP 29
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a AICA. 30
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR. 31

II. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON AL REGULACION SOBRE USO DE SUELO

II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. En los cuadros siguientes se describen los artículos aplicables de la Ley y su Reglamento de acuerdo con la naturaleza del proyecto, así como el cumplimiento de estos que garantiza la congruencia jurídica:

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Descripción	Vinculación
Artículo 28.- (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **I**. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gaseoductos, carboductos y poliductos. **X**.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente debido a que se trata de un proyecto de vías generales de comunicación. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto
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.	El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable

Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

Descripción	Vinculación
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: (…) **B) vías generales de comunicación** Construcción de carreteras, autopistas, **puentes** o túneles federales vehiculares o ferroviarios, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales; (…)	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la secretaria una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de lo que solicita autorización.	Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal y como lo solicita la autoridad
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del	Para dar cumplimiento al citado artículo, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional. La Manifestación de Impacto Ambiental se realiza en apego a la guía establecida por la SEMARNAT la cual cuenta con la descripción del proyecto, la descripción del medio biótico y abiótico de la Región Ecológica, así como la identificación y valoración de los posibles efectos hacia los factores ambientales de la Región Ecológica y el AI del proyecto, considerando a su vez la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para contrarrestar y abatir los efectos adversos. De acuerdo con la naturaleza del proyecto se aclara que no se llevarán a cabo actividades altamente riesgosas por lo cual no aplica la presentación de un estudio de riesgo. Y finalmente se concluye que la modalidad definida para la elaboración e integración de la presente

Descripción	Vinculación
sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	Manifestación se realiza en apego al artículo 11 del Reglamento de la Ley en materia.
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	Este artículo se vincula con la presentación de la MIA, su resumen y la copia sellada que constata el pago de derechos para la evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT.

II.2. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Conforme a lo dispuesto en el **Artículo 1** de la ley reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual establece las bases para el uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos y declara sus disposiciones como de orden público e interés social, el proyecto se alinea a dicho mandato garantizando que las obras no interfieran con la disponibilidad ni con la calidad del agua en la zona.

Cuadro 3. Vinculación del proyecto con la LAN.

Descripción	Vinculación
Transitorio Artículo 9 . XX. Expedir títulos de concesión, asignación o permisos a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público Nacional del Agua;	El proyecto contempla la construcción de 6 puentes que cruzan el río Coicoyán e inciden en 0.4107 ha de zona federal. En cumplimiento, el trámite del Permiso de Ocupación de Zona Federal y Concesión de Cauce se gestionará ante la CONAGUA una vez que la SEMARNAT emita la Resolución Favorable en Materia de Impacto Ambiental del presente proyecto, asegurando que ninguna obra en cauce
ARTÍCULO 119. ... I. y II. ... III. Explotar, usar o aprovechar aguas nacionales en volúmenes mayores a los autorizados en los títulos	

Descripción	Vinculación
respectivos o en las inscripciones realizadas en el Registro Público Nacional del Agua; IV. a VIII. ... IX. Ejecutar para sí o para una tercera persona obras para alumbrar, extraer o disponer de aguas del subsuelo en zonas reglamentadas, de veda o reservadas, sin el permiso respectivo así como a quien hubiere ordenado la ejecución de dichas obras; X. a XV. ... XVI. Derogada XVII. a XXII. ... XXIII. Explotar, usar o aprovechar bienes nacionales determinados en los Artículos 113 y 113 BIS de esta Ley, sin contar con título de concesión; XXIV. Explotar, usar o aprovechar bienes nacionales determinados en los Artículos 113 y 113 BIS de la presente Ley, en cantidad superior o en forma distinta a lo establecido en el respectivo título de concesión; XXV. Ceder, suministrar, intercambiar por pago en especie o proporcionar de cualquier otra forma a terceros el agua para un uso distinto al cual fue concesionada en contravención de lo dispuesto en esta Ley; XXVI. Transmitir los títulos de concesión o los permisos, y XXVII. Cambiar el uso del agua para el cual fue concesionada en contravención de lo dispuesto en esta Ley.	inicie sin la autorización administrativa correspondiente.
ARTÍCULO 122. En los casos de las fracciones I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVII, XIX, XX, XXII, XXIII, XXV, XXVI y XXVII del Artículo 119 de esta Ley, así como en los casos de reincidencia en cualquiera de las fracciones del Artículo citado, “la Autoridad del Agua” impondrá adicionalmente la clausura temporal o definitiva, parcial o total de los pozos y de las obras o tomas para la extracción o aprovechamiento de aguas nacionales. I. ... II. ... En el caso de ocupación de vasos, cauces, zonas federales y demás bienes nacionales inherentes a que se refiere la presente Ley, mediante la construcción de cualquier tipo de obra o infraestructura, sin contar con el título correspondiente, “la Autoridad del Agua” queda facultada para remover o demoler las	

II.3. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene como objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional, además de establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012).

La regionalización ecológica en el POEGT comprende unidades territoriales sintéticas que se integraron a partir de los principales factores del medio biofísico. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB). Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el proyecto carretero se encuentra inmerso en la Región Ecológica 18.17, en específico en la UAB 99 denominada “Cordillera Costera del Sureste de Guerrero”.

Cuadro 4. Características de la UAB 99

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
99	Forestal	Poblacional - Preservación De Flora Y Fauna	Agricultura	Ganadería - Minería - SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
Estado actual del medio ambiente (2012).					
Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. **Longitud de Carreteras (km): Muy baja**. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Muy alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de					

consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera

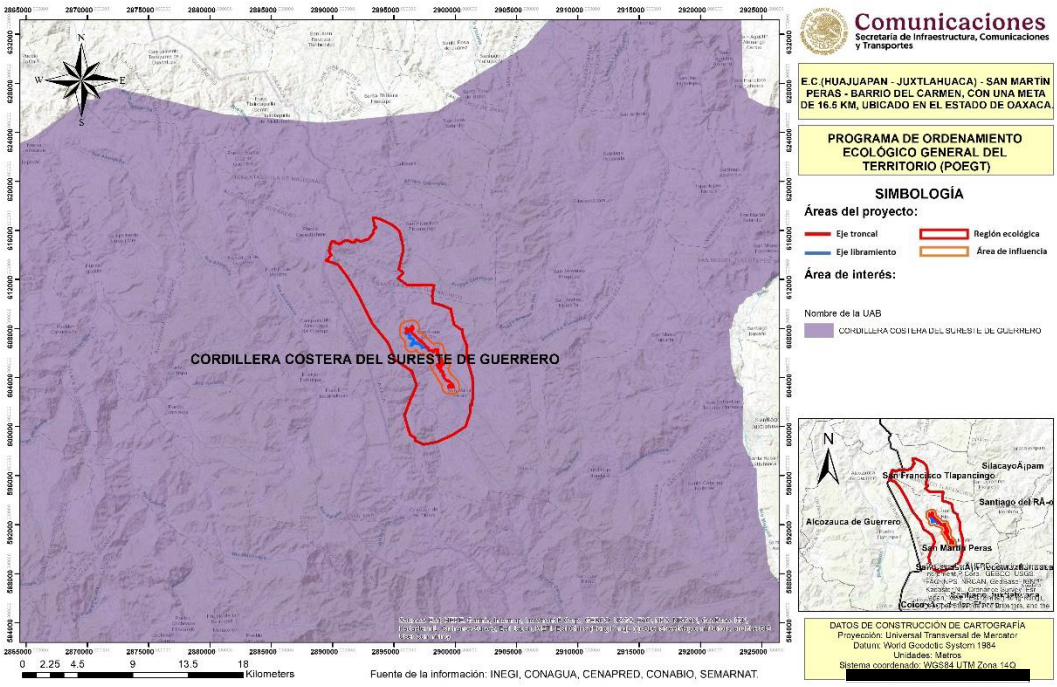


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT

En el siguiente cuadro se presenta la vinculación del POEGT con el proyecto.

Cuadro 5. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 99

Grupo	Dirigida	Estrategia	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Dentro de las medidas de compensación ambiental planteadas en el capítulo VI del presente documento, se tiene considerada la reforestación en zonas aledañas al trazo del proyecto. Las especies forestales que se utilizarán para tal fin son nativas. Asimismo, se buscará que también contribuyeran a la restauración ambiental del sitio
		2. Recuperación de especies en riesgo.	

Grupo	Dirigida	Estrategia	Vinculación
			brindando algunos efectos restauradores tales como: conservación de suelo, control de la erosión.
		3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
	B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
		6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
		7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
		8. Valoración de los servicios ambientales.	
	C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se vincula con la estrategia 12, considerando que se contempla la ejecución de medidas de prevención y mitigación para los impactos potenciales que se presentaran por el desarrollo del Proyecto. Con dichas medidas se preserva la biodiversidad del sitio donde se desarrollará el proyecto.
		13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
	D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Dentro de las medidas de compensación ambiental planteadas en el capítulo VI del presente documento, se tiene considerada la reforestación en zonas aledañas al trazo del proyecto. Las especies forestales que se utilizarán para tal fin son nativas. Asimismo, se buscó que también contribuyeran a la restauración ambiental del sitio brindando algunos efectos restauradores tales como: conservación de suelo, control

Grupo	Dirigida	Estrategia	Vinculación
			de la erosión, estabilización bancos de arena. También se prevé la implementación de un programa de conservación de suelos, en el cual se realizarán terrazas individuales. Las terrazas son obras que ayudan a modificar la pendiente media original de la ladera, y cuya función principal es la conservación de humedad a través de la acumulación e infiltración del agua. Otras ventajas son las siguientes: reducen al mínimo la erosión hídrica; mejoran la capacidad retentiva de humedad y nutrientes; favorecen la infiltración del agua (de lluvia y/o de riego). Dada la posible ejecución de este tipo de obras y los beneficios que aportan, el proyecto es compatible con esta acción.
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
	B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.

Grupo	Dirigida	Estrategia	Vinculación
	C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región	El proyecto no es vinculante con el rubro de manera directa, pero se creará una red vial que generará las condiciones necesarias para que se desarrollen las acciones señaladas.
		28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
	D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El proyecto se liga directamente con este rubro ya que se trata de la modernización del camino rural Camino San Martin Peras-Barrio del Carmen la cual permite la comunicación directa entre dichas localidades
	E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	El proyecto consiste en la modernización de un camino de terracería que brinda una mayor movilidad y seguridad vial. Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	
		35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	
		36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que	

Grupo	Dirigida	Estrategia	Vinculación
		permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
		37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
		38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	
		40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
		41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El presente proyecto no contraviene ni vulnera los derechos de la propiedad rural.
	B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	Debido a la naturaleza del proyecto no existe vinculación con estas estrategias.
		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.	

II.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

Respecto al marco normativo de ordenamiento aplicable, se analizó la situación legal e institucional del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), expedido originalmente mediante publicación en el Periódico Oficial del Estado el 27 de febrero de 2016.

Al respecto, es preciso señalar que el marco legal estatal registra el Decreto No. 564 (publicado el 28 de enero de 2017) y su posterior modificación mediante el Decreto No. 576 (publicado el 18 de marzo de 2017), mediante el cual se reformó el Artículo Transitorio Décimo Segundo del Decreto No. 564 para instruir a la autoridad ambiental estatal a revisar y, en su caso, actualizar dicho instrumento.

No obstante, derivado de la revisión efectuada en el Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, no se localizó la publicación del acto administrativo formal que concrete la abrogación del POERTEO. Asimismo, tanto en los portales oficiales del Gobierno del Estado de Oaxaca como en la plataforma del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el citado Ordenamiento Ecológico Regional se mantiene catalogado y desplegado como un instrumento vigente y computable para la gestión del territorio.

Por lo anterior, atendiendo a los criterios de certeza jurídica y precaución ambiental, y considerando que el POERTEO continúa operando como la herramienta oficial de consulta para las autoridades competentes, se procede a realizar la vinculación formal del proyecto con los lineamientos, criterios de regulación ecológica y Unidades de Gestión Ambiental (UGA) correspondientes a dicho instrumento normativo.

El Programa de Ordenamiento Territorial Ecológico del Estado de Oaxaca (PORTEO) distribuyó el territorio en 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con estrategias y criterios específicos de regulación ecológica. Para el sitio del proyecto, se identificaron las políticas y criterios ecológicos aplicables a las UGA 004 y 005 en las que queda inmerso ambas clasificadas bajo la política de aprovechamiento sustentable, determinando su vinculación y la forma en que el proyecto dará cumplimiento a dicha normatividad. En el siguiente cuadro se presentan las características generales de estas UGAs:

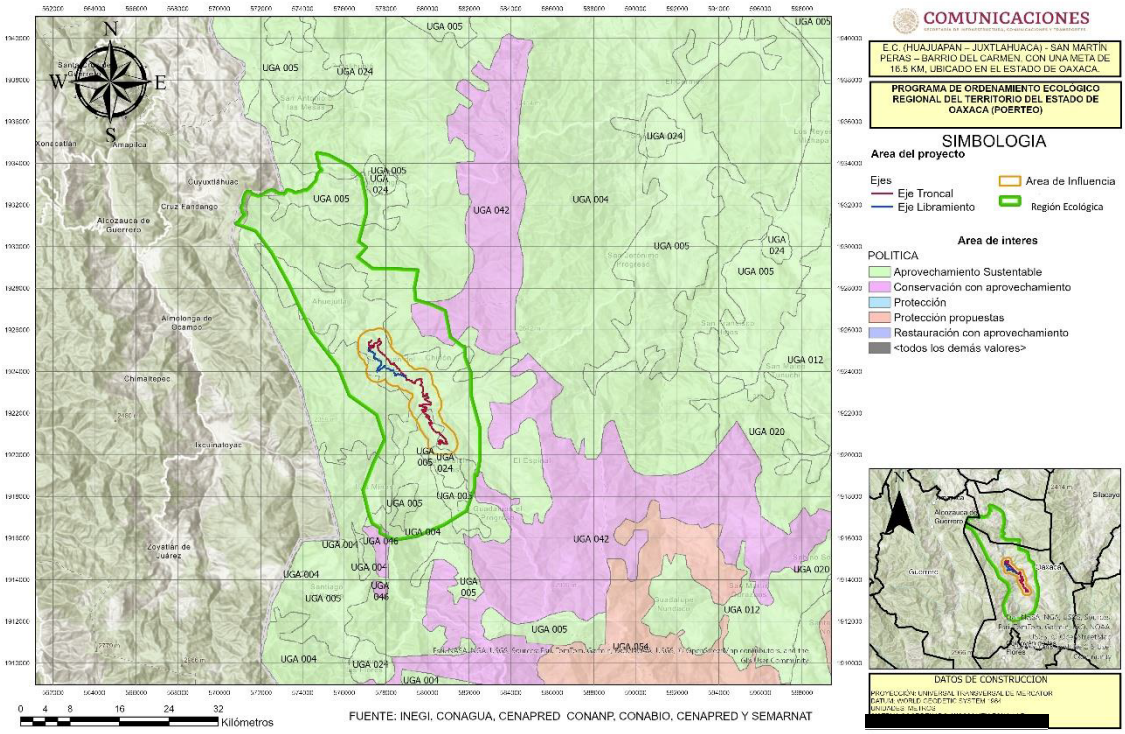


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al PORTEO

Cuadro 6. *Características de la UGA.*

UGA *004*	
Politica	*Aprovechamiento Sustentable*
Uso recomendado	*Forestal, apícola*
Uso condiconado	*industria, minería, industria eólica*
Uso no recomendado	*Ecoturismo, turismo*
Sin aptitud	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería
Tipos de cobertura	Agr 8.39%; AH 0.00%; BCon 11.28%; BCyL 38.92%; BEn 3.94%; BMM 3.45%; CA 0.03%; MX 0.67%; Pzl 9.18%; SCyS 20.66%; SPyS 3.44%; Sinvg 0.02%; VA 0.02%
Lineamientos 2025	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial
Criterios de regulación ecológica	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-031, C-032, C-033, C-034, C-035, c-039, C-045, C-046, C-047

UGA 005	
Politica	Aprovechamiento Sustentable
Uso recomendado	Asentamientos humanos, minería
Uso condiconado	Agrícola, ganadería, forestal, industria, industria eólica
Uso no recomendado	Apícola, ecoturismo, turismo
Sin aptitud	Acuícola
Tipos de cobertura	Agr 37.23%; AH 0.00%; BCon 0.68%; BCyL 6.66%; BEn 2.21%; BMM 0.69%; CA 0.49%; MX 0.42%; Pzl 41.31%; SCyS 2.40%; SPyS 1.19%; Sinvg 3.60%; VA 3.11%
Lineamientos 2025	Aprovechar las 213,228 ha para el desarrollo de asentamientos humanos y del sector secundario, así como las áreas altamente productivas en que se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, mejorando los procesos de producción; y llevar a cabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área
Criterios de regulación ecológica	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-039, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047

Cuadro 7. Criterios de regulación ecológica y su vinculación con el proyecto

UGA	Clave	Criterio	Vinculación
004, 005	C-013	Sera indispensable la preservación de las zonas raparías, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sustenten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El proyecto consiste en la modernización de un camino, por lo que las actividades asociadas al proyecto no impactarán vegetación riparia, toda vez que las comunidades vegetales y usos de suelo identificados en el área del proyecto corresponden a Bosque de pino-encino, Bosque de encino, Asentamientos humanos, Pastizal y Agricultura. Asimismo, las obras en cruces de cuerpos de agua se limitarán estrictamente al ancho de la Línea de ceros y serán complementadas con un programa de restauración forestal y de protección de suelo y cuerpos hídricos.
004, 005	C-014	Se evitan las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	La modernización del camino (eje principal y ramal) no contempla el desvío, rectificación ni modificación de los cauces naturales existentes. Para garantizar el libre flujo de los escurrimientos superficiales perennes y temporales, el proyecto contempla el

UGA	Clave	Criterio	Vinculación
			diseño y construcción de puentes y obras de drenaje transversal adecuados, previniendo cualquier obstrucción o alteración del régimen hídrico superficial.
004, 005	C-015	Mantener y conservar la vegetación ripiara existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor a 50 m	Las actividades asociadas al proyecto no impactarán vegetación riparia, toda vez que las comunidades vegetales y usos de suelo identificados en el área del proyecto corresponden a Bosque de pino-encino, Bosque de encino, Asentamientos humanos, Pastizal y Agricultura. Asimismo, las obras en cruces de cuerpos de agua se limitarán estrictamente al ancho de la Línea de ceros y serán complementadas con un programa de restauración forestal y de protección de suelo y cuerpos hídricos.
004,005	C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes	La obra se ubica en una zona geográfica continental en la Mixteca Oaxaqueña (tramo San Martín Peras a Barrio del Carmen), por lo que no incide sobre ecosistemas costeros ni dunas.
004, 005	C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que s e oriente a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos solidos	Dirigido a autoridades; no obstante, el proyecto prohíbe de manera estricta la quema a cielo abierto de residuos sólidos, restos vegetales de desmonte o cualquier material dentro del sitio de obra y campamentos
005	C-023	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos bazos o lechos de secos de arroyos	El proyecto corresponde a una obra de infraestructura vial (modernización de camino) y no contempla la construcción de desarrollos habitacionales.
005	C-026	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tano o cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia las fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disipaciones legales	Para la etapa de preparación y construcción del camino, las aguas residuales generadas por los trabajadores serán manejadas mediante sanitarios portátiles rentados a empresas autorizadas, evitando cualquier vertimiento directo al suelo o cuerpos hídricos.

UGA	Clave	Criterio	Vinculación
		en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.	
005	C-027	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados	No aplica. La obra no corresponde a un desarrollo habitacional ni requiere el aprovechamiento o extracción de aguas subterráneas.
005	C-028	Se evitará le establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contengan desechos sólidos urbanos	No aplica. La naturaleza del proyecto es estrictamente de infraestructura carretera y no implica el establecimiento de asentamientos ni la ocupación de sitios de disposición final de residuos.
004, 005	C-029	Se evitar ala disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación riparia nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica	Los materiales sobrantes de cortes y excavaciones serán depositados exclusivamente en sitios de tiro autorizados, quedando estrictamente prohibido el tiro o depósito sobre vegetación riparia nativo, cauces, cañadas o zonas inundables.
005	C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil	El diseño del camino, sus obras de drenaje y puentes se apegan a las normativas técnicas hidráulicas y de estabilidad de taludes de la SICT, atendiendo las recomendaciones de Protección Civil en materia de seguridad ante fenómenos meteorológicos.
005	C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación no se recomienda la construcción de desarrollo habitacionales o turísticos	No aplica. El proyecto corresponde a la modernización de una vía de comunicación existente requerida para la conectividad de la población, y no a un desarrollo habitacional o turístico.
005	C-033	Toda obra de infraestructura en zonas de riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la densidad de lo posible la vegetación natural	Las obras de drenaje transversal y los puentes proyectados garantizan la continuidad de los flujos de escorrentía hidrológica. Además, las actividades de desmonte se limitarán al ancho del derecho de vía y se ejecutará el

UGA	Clave	Criterio	Vinculación
			programa de rescate de flora y fauna junto con el de restauración forestal.
004	C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros	No aplica. La obra no involucra la instalación ni operación de apiarios.
004	C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios	No aplica. El proyecto no realiza actividades agrícolas o apícolas ni maneja agroquímicos asociados.
004, 005	C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal	No aplica de forma directa. El proyecto no tiene fines de explotación forestal comercial ni de producción de carbón vegetal. La vegetación removida por el trazo de la vía será manejada según el programa de restauración y desmonte autorizado.
005	C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis optimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua.	No aplica. El proyecto no realiza actividades ganaderas ni manejo de insumos químicos para ganado.
004, 005	C-045	Solo se permitirá el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	No aplica. La modernización del camino no contempla la instalación u operación de plantas industriales generadoras/manejadoras de desechos peligrosos.
004, 005	C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	En caso de ocurrir algún evento accidental de vertimiento o afectación al suelo por residuos durante las etapas de construcción, se aplicará de inmediato el programa de prevención, restauración y remediación de suelos considerado dentro del plan ambiental de la obra.
004, 005	C-047	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. El proyecto no contempla la instalación ni operación de parques o aerogeneradores eólicos.

II.3.2. Vinculación con Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUO)

El municipio de San Martín Peras forma parte de la Región Mixteca Oaxaqueña que, de acuerdo con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Oaxaca, en esta zona se presentan una serie de problemáticas entre las que destacan: la inadecuada eficiencia de la red de comunicación terrestre, dando como resultado la inseguridad en el tránsito para los usuarios y largos tiempos de recorrido en carreteras. Además, la falta de planeación del crecimiento poblacional. A lo anterior se suman problemas de contaminación de suelos y ríos, deforestación y mal manejo del agua. Falta de apoyos a las actividades agrícolas, falta de empleo dando como resultado una fuerte migración de sus habitantes. Para el caso específico de este proyecto, la problemática se centrará en lo referentes a carreteras y caminos, los cuales se encuentran en mal estado, así como la mala o inexistente pavimentación en las localidades, una red de carreteras deficiente accesibilidad, reducida a localidades rurales, no hay, vinculación de carreteras con zonas agrícolas, inseguridad en carreteras

Cuadro 8. Lineamientos estratégicos y acciones regionales

Lineamientos	Vinculación
Incrementar el grado de accesibilidad de la población de las localidades a las carreteras pavimentadas de la región Mixteca, con énfasis en los grupos vulnerables: población afromexicana, indígena y de los municipios con alta y muy alta marginación.	El proyecto consiste en la modernización y pavimentación de una vía de terracería preexistente, orientada a la corrección y mejora del trazo geométrico en curvas para garantizar el libre tránsito de bienes y servicios con altos estándares de seguridad vial. La obra adquiere relevancia estratégica al conectarse con la franja interestatal entre los estados de Oaxaca y Guerrero, incidiendo directamente en la región de la Mixteca (Ñuu Savi). Con ello, se fomenta el bienestar y el desarrollo integral de núcleos de población reconocidos como pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, facilitando su acceso continuo a servicios básicos, salud, educación y mercados regionales mediante la consolidación de una infraestructura carretera eficiente y segura.
Promover la integración de la población rural servicios a través de los Programas de Construcción, Modernización y Mejoramiento de Caminos Rurales y Alimentadores y de la pavimentación de caminos a las cabeceras municipales.	
Mayor cobertura del sistema de transporte público regular interurbano hacia las comunidades rurales y fortalecer su conexión con la cabecera municipal y los centros de servicios cercanos.	

II.4. Programas y/o Planes de desarrollo

II.4.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030 (PND)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación en abril de 2025, orienta los objetivos y define las acciones en el corto, mediano y largo plazo. El plan se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana
- Desarrollo con bienestar y humanismo
- Economía moral y trabajo
- Desarrollo sustentable
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
- Innovación publica para el desarrollo tecnológico nacional
- Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanos

El plan busca consolidar un Estado más democrático y eficiente partiendo de la gobernanza con justicia y participación ciudadana, buscando ampliar la democracia participativa a todos los niveles. Cada uno de los ejes presenta una descripción del objetivo, así como un diagnóstico de la nueva forma del gobierno en los aspectos de justicia, gobernanza, desarrollo humano, bienestar y economía.

Así mismo se enlistan los 100 compromisos a realizar durante el periodo de gobierno entre los que destacan con a la infraestructura carreta los siguientes:

XI. República próspera y conectada.

74. Continúan incentivos económicos en franjas fronterizas.

75. Ampliación de puentes fronterizos con Estados Unidos de América.

76. Construcción de línea del Tren Maya a Progreso.

77. Implementación del transporte de carga en el Tren Maya.

78. Conclusión de la Línea K del Tren Interoceánico hacia la frontera con Guatemala.

79. Construcción de 3,000 km de nuevas líneas de trenes para pasajeros.

80. Fortalecer el transporte de carga por ferrocarril.

81. Rehabilitación de 4,000 km de carreteras federales.

82. Continuará el Programa de Caminos Artesanales.

83. Construcción y ampliación de carreteras, caminos y puentes.

84. Construcción de distribuidores y obras viales urbanas.

85. Consolidación del puerto de Salina Cruz y mejoramiento de 11 puertos más.

86. Fortalecimiento de Mexicana de Aviación.

87. Ampliación de 4 aeropuertos y remodelación del Aeropuerto Internacional “Benito Juárez” de la Ciudad de México.

88. Garantizaremos el acceso a internet.

89. Conformación del Consejo Nacional para el Desarrollo Regional y la Relocalización para crear polos de desarrollo y 100 nuevos parques industriales.

90. Consolidación del Plan Sonora.

91. Programa Balsas-Pacífico Sur para las comunidades más pobres de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y el Estado de México,

Así mismo se presentan los objetivos y estrategias por eje general y transversal, destacando los siguientes en cuanto a infraestructura vial se mencionan.

Cuadro 9. Viculacion con el Plan Nacional de Desarrollo

Eje General 2: Desarrollo con bienestar y humanismo	
Objetivo 2.10: Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos, con el objetivo de reducir las disparidades en el acceso a oportunidades y servicios entre diferentes regiones y comunidades del país	
Estrategia 2.10.1	Dotar a la población mexicana de infraestructura para la movilidad y el transporte público que facilite el tránsito de personas y bienes de manera accesible, sostenible, segura y eficiente, priorizando la intermodalidad en sistemas urbanos y rurales
Eje General 3: Economía moral y trabajo	
Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro.	
Estrategia 3.7.1	Incrementar la conectividad entre regiones para mejorar el acceso a comunidades aisladas y promover el desarrollo de centros poblacionales, económicos y turísticos, integrando el ordenamiento territorial con criterios de movilidad sustentable, segura, accesible e

	incluyente, que contribuyan al bienestar regional, al comercio interno y transfronterizo, y al turismo.
Eje Transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas	
Objetivo T3.6: Asegurar el desarrollo integral, intercultural y sostenible de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, garantizando su plena autonomía para ejercer el derecho a la libre determinación y definir sus propios modelos de desarrollo que fortalezcan su bienestar y calidad de vida.	
Estrategia T3.6.6	Fortalecer y expandir la red de comunicación terrestre, priorizando los caminos artesanales, para mejorar la integración regional de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, facilitando su acceso a servicios de salud, educación, financiamiento y empleo.

La modernización del camino rural San Martín Peras–Barrio del Carmen, en la Mixteca, consiste en la transformación de una vía de terracería a una pavimentada, lo que garantizará la continuidad de la comunicación en el municipio de San Martín Peras, Oaxaca, al conectar de manera estratégica su región sur. Esta obra reducirá significativamente los tiempos de traslado entre las localidades de la zona, superando las dificultades actuales de movilidad; de este modo, se fortalece la conectividad regional y se impulsa el desarrollo integral tanto del municipio como del estado.

II.4.2. Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030

El Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030, presentado por el gobierno de México, tiene como objetivo intervenir 4,000 kilómetros de carreteras con una inversión de 173 mil millones de pesos. El programa se enfoca en la ampliación y el mantenimiento mayor de carreteras en todo el país, con el objetivo de conectar a las zonas más vulnerables.

Principales aspectos del programa:

- Inversión: 173 mil millones de pesos.
- Kilometraje intervenido: 4,000 kilómetros.
- Objetivo: Conectar zonas vulnerables y mejorar la infraestructura carretera.
- Ejes prioritarios: Se definen 10 ejes prioritarios para la intervención de 3,000 km de carreteras.
- Modelos de inversión: Se contempla inversión pública, inversión mixta y proyectos con participación privada.
- Obras de continuidad: Se incluyen obras de continuidad como el puente Rizo de Oro y La Concordia, así como el tramo Real del Monte – Huasca.

- Enfoque en Oaxaca y Guerrero: Se destinan recursos significativos para el programa carretero en Oaxaca y Guerrero, como parte del Plan Lázaro Cárdenas.
- Adquisición de maquinaria: Se planea la adquisición de maquinaria de repavimentación para reducir costos y mejorar la eficiencia de las obras

La modernización del camino rural San Martín Peras–Barrio del Carmen, en la Mixteca, se alinea estrictamente con los objetivos del Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030, al constituirse como una obra de conectividad clave en una de las zonas con mayor rezago social del país. El proyecto transforma una vía de baja velocidad en una infraestructura eficiente que impacta los tres pilares del programa: el Bienestar Social, al garantizar el acceso de comunidades vulnerables a servicios de salud y educación; la Eficiencia Económica, mediante la reducción de costos de operación vehicular y tiempos de traslado para el comercio regional; y la Prioridad Geográfica, al ubicarse en el estado de Oaxaca, entidad eje del Plan Lázaro Cárdenas. Asimismo, esta obra contribuye a la meta nacional de intervención de 4,000 kilómetros, promoviendo un desarrollo regional equilibrado y sostenible conforme a la planeación democrática del sector.

II.4.3. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030, que se deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, se enfoca en la modernización y fortalecimiento de la infraestructura de transporte, la promoción de la conectividad entre regiones y el uso de energías limpias. Este programa busca impulsar el desarrollo del país en materia de infraestructura y comunicaciones, tal como lo establece el Plan Nacional de Desarrollo.

El programa se estructura en varios aspectos clave:

- Infraestructura Carretera:

Se incluye el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2025-2030, que contempla la ampliación y mantenimiento mayor de carreteras, con una inversión inicial de 173 mil millones de pesos y la intervención de 4 mil kilómetros. Este programa se enfoca en conectar zonas vulnerables y mejorar la conectividad en general.

- Modernización del Transporte:

Se busca modernizar la infraestructura de transporte, incluyendo la construcción de nuevas carreteras federales, puentes y distribuidores viales. El programa también contempla la adquisición de trenes de pavimentación para reducir costos en la construcción de carreteras.

- Conectividad y Desarrollo Regional:

El programa busca fortalecer la conectividad entre regiones, especialmente aquellas con mayor potencial de desarrollo económico y social. Se incluyen proyectos que conecten zonas aisladas y mejoren la logística de transporte.

- Uso de Energías Limpias:

Se promueve el uso de energías limpias en el sector transporte, buscando una transición hacia un sistema más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

- Planificación y Coordinación:

El programa establece un marco de planeación democrática del desarrollo nacional, con participación de diversos actores, incluyendo comunidades indígenas, sector empresarial y la población en general.

En resumen, el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2025-2030 busca:

- Impulsar el desarrollo económico y social del país: A través de la mejora de la infraestructura y la conectividad.
- Fortalecer la conectividad entre regiones: Facilitando el acceso a mercados y servicios para las zonas más aisladas.
- Promover la sostenibilidad: Optimizando el uso de recursos y buscando alternativas más limpias en el sector transporte.
- Fomentar la participación ciudadana: En la toma de decisiones y la implementación de los proyectos

En este contexto, la modernización del camino rural San Martín Peras–Barrio Del Carmen, en la Mixteca, se justifica bajo el Eje de Conectividad y Desarrollo Regional del Programa Sectorial 2025-2030. Al situarse en una zona de tránsito estratégico entre estados, la obra garantiza la reducción de costos logísticos y el fortalecimiento de la economía local. Asimismo, el proyecto cumple con los principios de planeación democrática al integrar a las comunidades en la supervisión de la infraestructura, asegurando que la inversión de 173 mil mdp impacte directamente en las zonas con mayor rezago social de Oaxaca.

II.4.4. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028

El Plan de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028, se estructura en cinco ejes y cuatro ejes transversales:

Ejes temáticos:

1. Estado de bienestar para todas las oaxaqueñas y los oaxaqueños

2. Gobierno honesto, cercano y transparente al servicio de los pueblos y comunidades

3. Seguridad y justicia para vivir en paz

4. Crecimiento y desarrollo económico para las ocho regiones

5. Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca

Ejes transversales:

A. Igualdad de genero
B. Desarrollo Sostenible y Cambio Climático
C. Interculturalidad
D. Niñas, niños y adolescentes

Al respecto el proyecto se ajusta con el eje 5 Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca, ya que, Con la finalidad de atender el rezago en materia de conectividad terrestre en el estado, la presente Administración atenderá la infraestructura carretera y de puentes teniendo como criterios prioritarios:

Población en situación de pobreza y marginación, población indígena y/o Afromexicana Actividades económicas; centros de consumo y de producción, actividades turísticas. Articulación de redes o circuitos de comunicación que integren territorios municipales, macrorregionales o regionales, en el siguiente cuadro de realiza la vinculación del proyecto con el plan de desarrollo estatal.

Cuadro 10. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2022-2028

5.2 Caminos y Carreteras	
Objetivo 5.2 Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.	
Estrategia 5.2.1 Intervenir caminos rurales a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.	
5.2.1.1 Construir, ampliar y reconstruir caminos rurales.	El proyecto consiste en la modernización integral de un camino de terracería mediante su transición a una superficie pavimentada, acción que se alinea estrictamente con las líneas de acción estratégicas para la conectividad rural. El objetivo primordial es reducir los tiempos de traslado y optimizar la eficiencia logística de la zona. La intervención contempla la ampliación de la sección transversal, permitiendo que la geometría
5.2.1.2 Impulsar la rehabilitación, conservación y mejora de los caminos rurales.	

5.2 Caminos y Carreteras	
	del camino sea apta para soportar un tránsito más fluido, seguro y de mayor capacidad de carga. Al sustituir la terracería por pavimento, se garantiza la resiliencia de la vía, asegurando que el acceso a servicios críticos de salud y educación sea permanente y confiable, eliminando las interrupciones de tránsito que ocurren típicamente durante la temporada de lluvias.
Estrategia 5.2.2 Intervenir carreteras alimentadoras del estado.	
5.2.2.1 Realizar obras de construcción, ampliación y reconstrucción de carreteras alimentadoras.	El proyecto consiste en la modernización integral de un camino de terracería mediante su transición a una superficie pavimentada, acción que se alinea estrictamente con las líneas de acción estratégicas para la conectividad rural. El objetivo primordial es reducir los tiempos de traslado y optimizar la eficiencia logística de la zona. La intervención contempla la ampliación de la sección transversal, permitiendo que la geometría del camino sea apta para soportar un tránsito más fluido, seguro y de mayor capacidad de carga. Al sustituir la terracería por pavimento, se garantiza la resiliencia de la vía, asegurando que el acceso a servicios críticos de salud y educación sea permanente y confiable, eliminando las interrupciones de tránsito que ocurren típicamente durante la temporada de lluvias.
5.2.2.3 Implementar obras de construcción, ampliación, reconstrucción, rehabilitación, conservación, mejoramiento y mantenimiento de puentes vehiculares en carreteras alimentadoras.	

II.4.1. Plan Municipal de San Martin Peras

Actualmente el municipio de San Martin Peras no cuenta con Plan de desarrollo municipal.

II.4.2. Vinculación con áreas de importancia para la conservación.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha definido áreas de relevancia en función de riqueza de especies, endemismos y áreas con mayor nivel de integridad ecológica, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad. Considerando lo

anterior se realizó un análisis de la ubicación del proyecto respecto a los polígonos de las siguientes regiones:

- Áreas Naturales Protegidas (ANP)
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA´s)
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)
- Sitios Ramsar

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

II.4.2.1. Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se definen de acuerdo con el artículo 3°, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de la siguiente manera:

II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en dónde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente.

Se revisó la ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas tanto de carácter federal, como estatal y municipal. Resultando que el proyecto aquí presentado, no incide no incide en ningún ANP de tipo Federal, Estatal y Municipal. Las ANP Federal más cercanas son “Boquerón de Tonalá” (21 km en línea recta). La ANP estatal más cercana es “Zona de Reserva Ecológica El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón” (162 km en línea recta).

En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la ANP mencionada.

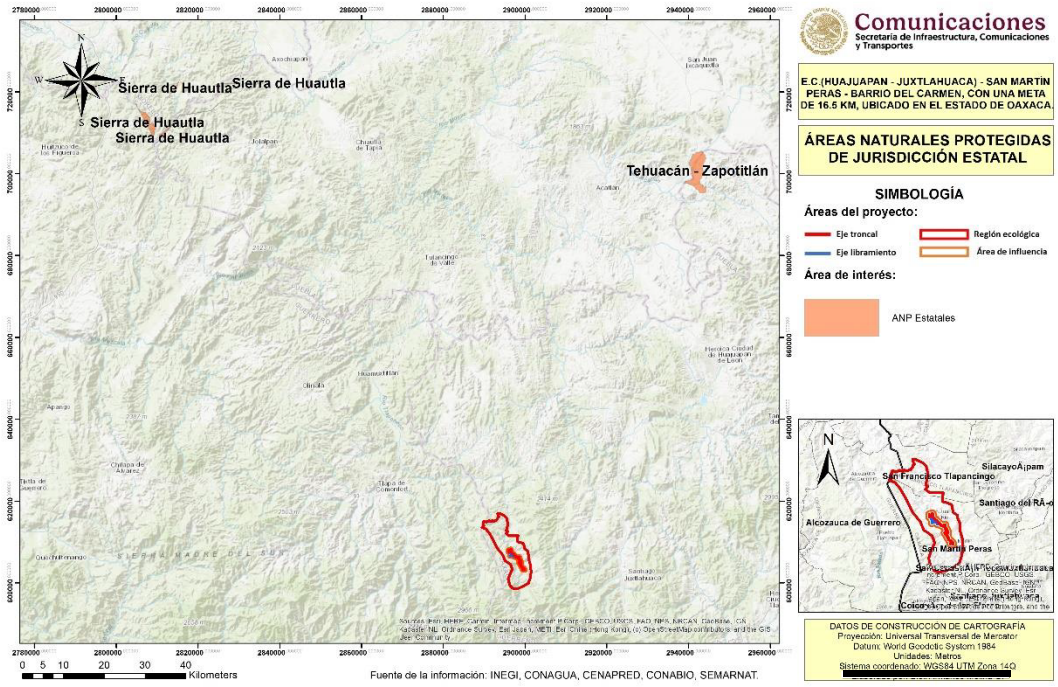


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP Federal

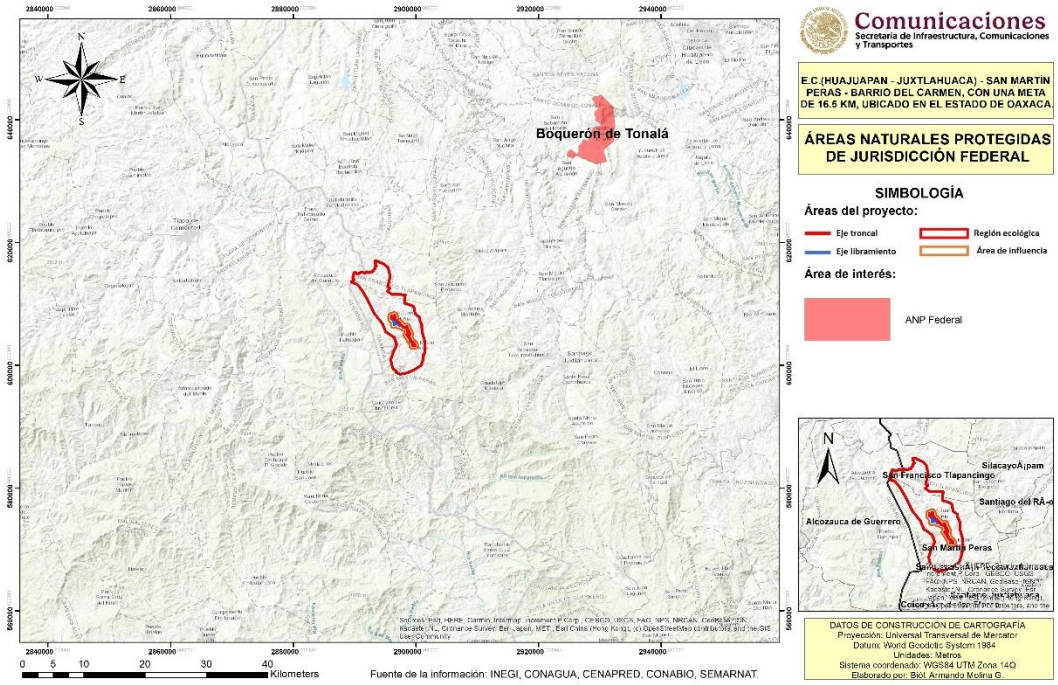


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto al ANP Estatal

II.4.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la CONABIO, que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el proyecto se ubica dentro de la RTP 126 denominado "Sierras Triqui-Mixteca", en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la RTP mencionada.

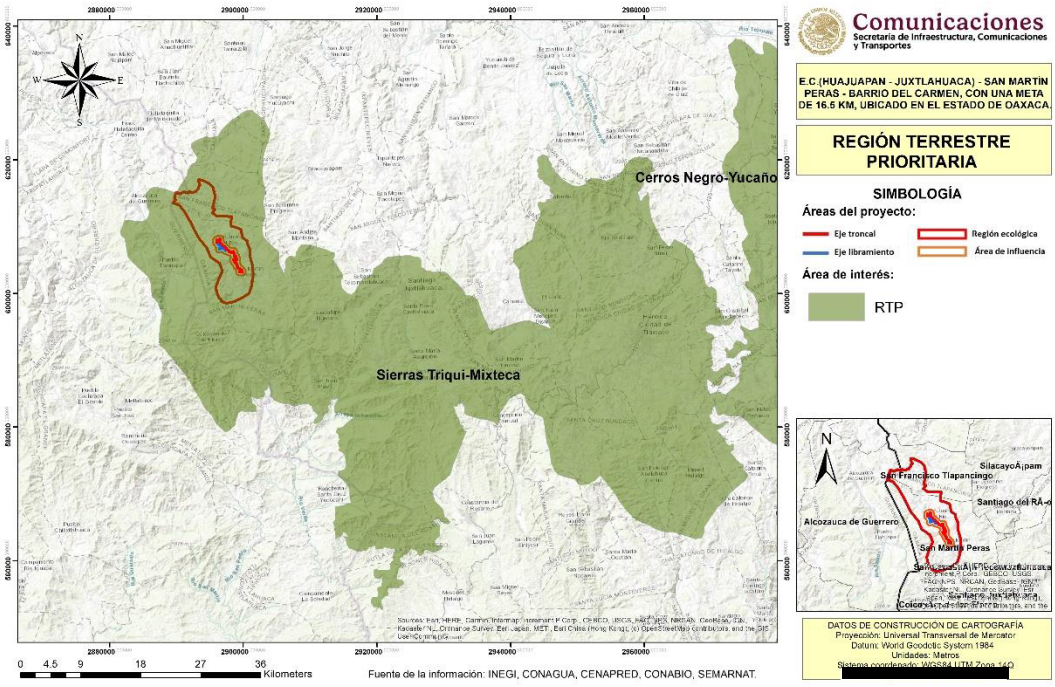


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RTP.

La RTP 126 es una región compuesta por bosque mesófilo, bosque de pino y bosque de pino-encino, la cual presenta una integridad ecológica funcional media sustentada en la permanencia de bosques de pino, encino y fragmentos de bosque mesófilo en sus zonas altas. Esta RTP destaca por su alto valor biológico, con una elevada riqueza específica y

de endemismos, incluyendo poblaciones de Liquidambar y vertebrados en riesgo, aunque persisten vacíos de información respecto a su función como corredor biológico. Antropogénicamente, el área posee un valor de conservación muy importante por la estrecha relación de las culturas mixteca y triqui con la flora silvestre; sin embargo, enfrenta una fragmentación moderada y presión ambiental debido a la conversión de bosques templados en zonas agropecuarias, principalmente en su vertiente oriental.

II.4.2.3. Regiones Hidrológico-Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la 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. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

CONABIO elaboró mapas del territorio nacional (escala 1:1000000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Así, conforme a la revisión realizada en el “Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO”, mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el Proyecto NO se ubica dentro de alguna RHP, siendo la más cerca la RHP 30 denominada “Cuenca alta del río Ometepec”, en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la RHP mencionada.

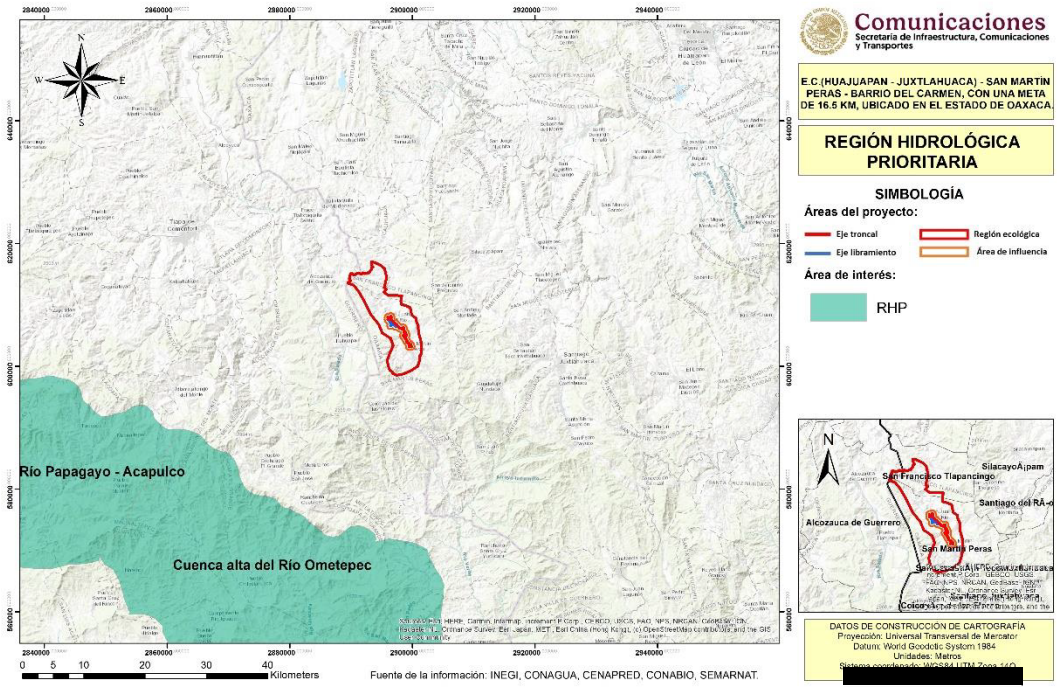


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a RHP

II.4.2.4. Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Las AICA surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, en escala 1:250000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y la CONABIO, se tiene que el Proyecto NO se encuentra dentro de alguna AICA la más cercana es la denominada “Tlaxiaco” (a 40 Km en línea recta), en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto al AICA mencionada.

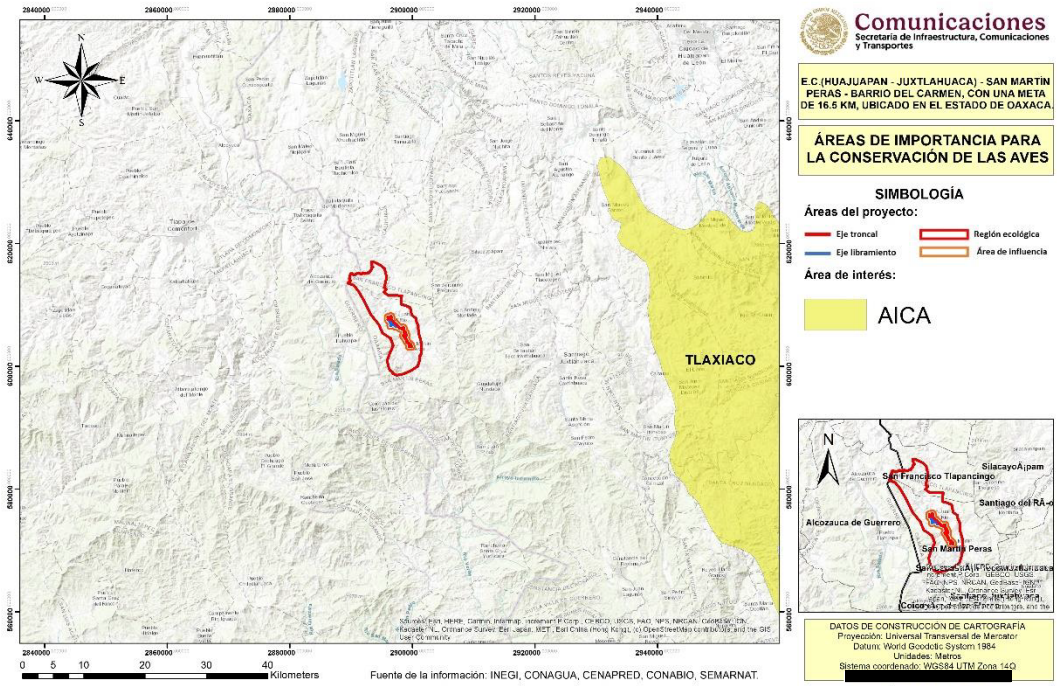


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a AICA.

II.4.2.5. Sitios Ramsar.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo CON los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

A través de la consulta del mapa de Sitios RAMSAR de México 2014, escala: 1:7000000, editado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en el que se presentan los 140 sitios RAMSAR en la República Mexicana, publicados por la Convención RAMSAR en Morelia, Michoacán de Ocampo, se determinó que el área de proyecto se determinó que el área de interés no recae dentro de un sitio RAMSAR, el más cercano es el denominado “Playa Tortuguera Cahuitan” (120 km en línea recta), en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto al sitio mencionado.

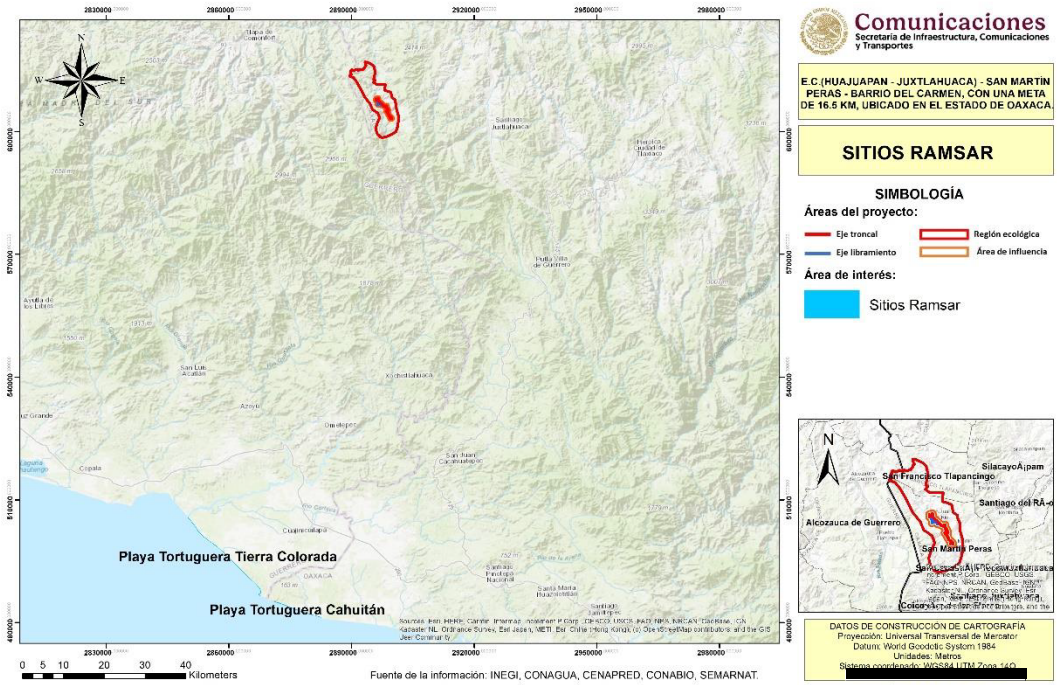


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR.

La construcción de un camino no siempre tiene efectos negativos. Cuando se realiza de manera planificada y sostenible, implementando medidas de mitigación efectivas, es posible minimizar los impactos negativos e incluso generar beneficios socioeconómicos significativos. Este proyecto se distingue por un enfoque responsable con el medio ambiente, ya que aprovecha al máximo la superficie del camino existente y la alteración de ecosistemas. Además, se construirán obras de drenaje cuidadosamente diseñadas para mantener el escurrimiento natural del agua, evitando inundaciones y erosión. Un componente fundamental de este proyecto es el desarrollo de actividades de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, garantizando su supervivencia y adaptación a los cambios en su entorno. Asimismo, se llevarán a cabo actividades de restauración buscando recuperar áreas degradadas y promover la recuperación de la biodiversidad local. Este enfoque integral asegura que el camino no solo facilite la conectividad y el desarrollo, sino que también contribuya a la protección y conservación del medio ambiente.

II.1. Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos

puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

Para la realización del proyecto se considerarán las siguientes normas oficiales mexicanas que regulan este tipo de actividad

Cuadro 11. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
NOM-034-SCT2/SEDATU-2022 **Señalamiento y dispositivos de seguridad para carreteras y vialidades urbanas.**	4. Especificaciones Generales. Establece las características, formas, símbolos y colores de los dispositivos de control del tránsito horizontal (marcas en el pavimento) y vertical (señales preventivas, restrictivas e informativas), así como dispositivos de protección en zonas de obra y vialidades.	Aplica. Durante la ejecución de la obra y en la etapa operativa de la carretera pavimentada, se instalará el señalamiento horizontal y vertical normado. Asimismo, en la etapa de construcción se implementará el señalamiento de protección de obra para la regulación segura del tránsito local.
NOM-037-SCT2-2020 **Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas.**	5. Criterios de Aplicación e Instalación. Regula la selección, diseño e instalación de sistemas de contención (barreras de protección de deformación flexible, semirrígida o rígida) en tramos de riesgo vial.	Aplica. En los tramos del trazado vial que presenten pendientes, cortes topográficos pronunciados, correcciones geométricas de curvas de alto riesgo y en las aproximaciones a las estructuras de los puentes, se instalarán barreras de contención conforme a la norma para evitar salidas de camino.
NOM-008-SCT2-2020 **Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas.**	4. Clasificación y Selección. Define los parámetros de comportamiento dinámico, nivel de contención y criterios de ubicación de amortiguadores de impacto en puntos fijos de riesgo en vialidades.	Aplica. Se contemplará la colocación de amortiguadores de impacto en divergencias del trazo, cabezales de puentes y estructuras rígidas adyacentes al arroyo vehicular donde exista riesgo de colisión frontal, disipando la energía de impacto para salvaguardar a los usuarios.

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
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.**	Clasifica a las especies de flora y fauna silvestres en las categorías: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).	Constituye el fundamento biótico para el inventario de flora y fauna en la Línea de ceros de del camino. Con base en esta lista, se identificaron las especies catalogadas en algún estatus de protección para la ejecución directa de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna previo al desmonte.
NOM-060-SEMARNAT-1994 **Que establece las especificaciones para mitigar los efectos provocados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.**	Disposiciones para prevenir la erosión hídrica y eólica, azolvamiento de cauces y alteración de los suelos durante actividades de derribo, desmonte y remoción de la vegetación en terrenos forestales.	Derivado del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) requerido, las actividades de desmonte y acondicionamiento del sitio aplicarán técnicas de conservación de suelo y protección a cuerpos hídricos, evitando la deposición de sedimentos en los escurrimientos y arroyos de la zona.
NOM-061-SEMARNAT-1994 **Que establece las especificaciones para mitigar los efectos provocados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.**	Medidas de mitigación para la conservación de la biodiversidad, protección de hábitats sensibles y manejo del arbolado derribado durante la remoción de la cubierta vegetal.	Rigió el diseño de las medidas de mitigación del componente biótico. Fundamenta el programa de restauración forestal en las áreas adyacentes y las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre hacia áreas de reserva contiguas.
NOM-045-SEMARNAT-2017 **Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad del humo, procedimiento de prueba y características del equipo de medición.**	Establece los coeficientes de absorción de luz y porcentajes de opacidad permitidos en las emisiones de humo de motores que utilizan diésel como combustible	Toda la maquinaria pesada, camiones de volteo y equipos con motor a diésel empleados en el desmonte, cortes y pavimentación deberán contar con bitácoras de mantenimiento preventivo y someterse a pruebas de opacidad para garantizar

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
		emisiones dentro del límite normado
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.**	Especificaciones de límites máximos permisibles de emisión de gases (HC, CO, O_2, Dilución) provenientes del escape de vehículos en circulación en el país que usan gasolina, en función de su año-modelo (Tabla 2 de la norma).	Los vehículos utilitarios y de supervisión a gasolina contarán con programa de mantenimiento preventivo periódico (cambio de aceite, filtros y afinación) y verificación vehicular vigente en establecimientos autorizados.
NOM-080-SEMARNAT-1994 **Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los vehículos automotores..**	Límites máximos permisibles expresados en dB(A) según Peso Bruto Vehicular: •Hasta 3,000 kg: 86 dB(A) • > 3,000 a 10,000 kg: 92 dB(A) • > 10,000 kg: 99dB(A)	La constructora asegurará que los vehículos y maquinaria pesada operen con silenciadores en escape en buen estado. Se dará mantenimiento periódico para no exceder los límites sonoros en el trayecto.
NOM-052-SEMARNAT-2005 **Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.**	Características CRETIB. Un residuo es peligroso si presenta: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad ambiental, Inflamabilidad o Ser Biológico-Infeccioso.	La empresa constructora se responsabilizará del manejo, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos peligrosos (estopas impregnadas, filtros, aceites y grasas usadas) generados por el mantenimiento de la maquinaria, contratando una empresa autorizada por SEMARNAT.
NOM-054-SEMARNAT-1993 **Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.**	Identificación de grupos reactivos (Anexos 1 y 4) para evitar reacciones violentas, incendios o generación de gases tóxicos por mezcla accidental.	Los insumos y residuos peligrosos (combustibles, aceites, solventes) se almacenarán en un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) acondicionado, clasificados e independizados por compatibilidad química y alejados de fuentes de ignición.

Norma	Especificación Observable	Aplicación del Proyecto
NOM-161-SEMARNAT-2011 **Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial (RME) y determina cuáles están sujetos a Plan de Manejo.**	Listado de RME. Clasificación de residuos de mantenimiento, envases metálicos, plásticos, cartón, tarimas de madera y neumáticos de desecho generados en grandes volúmenes.	Los materiales sobrantes de construcción (despalme, escombros) y los RME generados en campamento/obra se clasificarán, reocuparán o canalizarán a sitios de tiro y disposición final autorizados por la autoridad estatal/municipal.
NOM-081-SEMARNAT-1994 **Límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición.**	Límites por zona y horario: • Residencial: 6:00-22:00h 55 dB}; 22:00-6:00h (5 dB) • Industrial/Comercial: 6:00-22:00h (68dB); 22:00-6:00h (65 dB)	Las fuentes fijas temporales (planta de trituración o dosificadora, en su caso) operarán estrictamente en horario diurno (07:00 a 18:00 h) respetando los límites perimetrales para no alterar a los núcleos de población adyacentes ni a la fauna local.
NOM-017-STPS-2008 **Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.**	Obligaciones del patrón. Determinar, dotar, capacitar y verificar el uso del Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado al análisis de riesgos de cada puesto de trabajo.	Se dotará al personal de obra del EPP específico (casco, chaleco reflejante, botas de casquillo, protección auditiva y ocular, mascarillas contra polvo) según su actividad en campo.
NOM-011-STPS-2001 **Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.**	Capacitación, adiestramiento, monitoreo y medidas de control para trabajadores expuestos a Niveles Equivalentes de Ruido (NER) 80 dB(A)	Se implementarán rotaciones de jornadas en operadores de maquinaria pesada, mantenimiento preventivo a fuentes sonoras y uso obligatorio de tapones/conchas auditivas en frentes de trabajo con alta emisión de ruido.

II.2. Localidades con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia

Estado (s)	Municipio (s)	Localidad (es)
Oaxaca	San Martin Peras	San Martín Peras, San José, Bajada Del Río, Mixteca Unida, El Cazaguate, Barrio Del Carmen, San Juan Del Río, Santa Cruz, La Trinidad Peras, Las Minas, Chiñón, Ahuejutla, Barrio San Antonio, Barrio San Antonio Los Pinos, Colonia Alvarado, Colonia Guadalupe, El Palmar, La Candelaria, Llano De Adobe, Melesio Sánchez, San Isidro El Chiñón, San Isidro La Raya, San Jorge El Chiñón, San Marcos Y San Marcos Natividad
Se presenta en anexo, los documentos de los resultados y acuerdos de la consulta a la comunidad indígena, en los casos aplicables.		

II.2.1. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

La *Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas* (2018), antes *Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas*, busca garantizar el derecho a la consulta y al consentimiento libre, previo e informado a pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, cada vez que el Ejecutivo Federal promueva reformas jurídicas y actos administrativos, susceptibles de afectarles. Asimismo, contempla un sistema de consulta y participación indígena y determina que el Instituto sea el órgano técnico en los procesos de consulta previa, libre e informada. Cuyo objetivo es garantizar el ejercicio e implementación de los derechos de las comunidades originarias establecidos en la Constitución y en tratados internacionales, tal como se cita a continuación:

***Artículo 4**. Para el cumplimiento de su objeto, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y funciones:*

[…]

II. Aprobar y participar, en coordinación con las instancias competentes, en la formulación, ejecución y evaluación de los planes, programas y proyectos que realicen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal con

relación a los pueblos indígenas y afromexicano, garantizando la transversalidad institucional, la interculturalidad y la pertinencia económica, social, cultural, política, lingüística y de género;

III. Promover, respetar, proteger y garantizar el reconocimiento pleno y el ejercicio de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicano reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los instrumentos jurídicos internacionales de los que el país sea parte.

Para este efecto, se deberá establecer un diálogo sostenido e incluyente con los pueblos indígenas y afromexicano, como sujetos de derecho público y mediante una relación de respeto e igualdad, para la coordinación y ejecución de acciones conjuntas basadas en la buena fe;

[…]

XXI. Instrumentar, gestionar, instalar, promover y ejecutar, en coordinación con las instancias competentes, las medidas necesarias para brindar mantenimiento, mejoramiento y ampliación de la infraestructura comunitaria, tales como vías de comunicación, escuelas, vivienda, puentes, electrificación, agua potable, drenaje, saneamiento y en general todo tipo de infraestructura, que permitan la integración y reconstitución territorial de los pueblos indígenas y afromexicano, así como el fortalecimiento de su gobernanza, organización regional y capacidad económica productiva;

[…]

XXVII. Apoyar, impulsar y fortalecer las economías locales y las actividades productivas de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, mediante acciones que permitan lograr la suficiencia de ingresos económicos, la creación de empleos, la incorporación de tecnologías para incrementar su capacidad productiva, así como asegurar el acceso justo y equitativo a los sistemas de abasto, comercialización y financiamiento;

[…]

XXXII. Concertar acciones con los sectores social y privado, en coordinación con los pueblos indígenas y afromexicano, para que coadyuven en la realización de acciones en beneficio de dichos pueblos.

La modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen se vincula de manera directa con las atribuciones del INPI, al ser una obra de infraestructura estratégica en una región con presencia histórica de los pueblos Mixteco y Triqui. Conforme al Artículo 4 de dicha Ley, el proyecto se alinea con las siguientes fracciones:

Infraestructura y Reconstitución Territorial (Fracción XXI): La obra cumple con el mandato de brindar mantenimiento, mejoramiento y ampliación de las vías de comunicación. Al pavimentar el tramo, se facilita la integración territorial y se fortalece la gobernanza y organización regional de las comunidades indígenas de la Mixteca.

Fortalecimiento de la Economía Local (Fracción XXVII): La infraestructura eficiente reduce los costos de transporte y mejora el acceso a sistemas de abasto y comercialización, permitiendo que las actividades productivas de los pueblos originarios alcancen una mayor capacidad económica y autosuficiencia.

Derechos y Consulta (Fracciones II y III): Dado que el proyecto se desarrolla en territorio indígena, la vinculación asegura que la ejecución respete la interculturalidad y los derechos reconocidos en la Constitución. Al integrar a la comunidad en la supervisión de la obra, se fomenta el diálogo sostenido y la relación de respeto e igualdad que la ley exige para garantizar el bienestar social y la pertinencia cultural.

II.2.2. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden estatal.

II.2.2.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca.

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo con lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Tiene por objeto fijar las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- La conservación, preservación, restauración y mejoramiento del ambiente;
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de la biodiversidad, geodiversidad y los ecosistemas;
- La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; dentro del ámbito de competencia estatal, estableciendo los mecanismos de participación del Estado;

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

La ejecución del proyecto de modernización del camino rural en la Mixteca se fundamenta en el cumplimiento de la LEEPAEO, garantizando que el desarrollo de la infraestructura de transporte sea compatible con la preservación del patrimonio natural del estado.

II.2.2.2. Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 16 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. Es de orden público e interés social y regirá en todo el territorio del Estado de Oaxaca en materia de derechos y cultura de los pueblos y comunidades indígenas; así como en las obligaciones de los Poderes del Estado en sus distintos ámbitos de gobierno. Sus disposiciones constituyen las prerrogativas mínimas para la existencia, pervivencia, dignidad y bienestar de dichos pueblos y comunidades indígenas.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 12. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 3º.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por: II. Pueblos indígenas. Aquellas colectividades humanas que por haber dado continuidad histórica a las instituciones políticas, económicas, sociales y culturales que poseían sus ancestros antes de la creación del Estado de Oaxaca, poseen formas propias de organización económica, social, política y cultural, y afirman libremente su pertenencia a cualquiera de los pueblos mencionados en el segundo párrafo del Artículo 2° de este Ordenamiento. El Estado reconoce a dichos pueblos indígenas el carácter jurídico de personas morales de derecho público, para todos los efectos que se deriven de sus relaciones con los Gobiernos Estatal, Municipales, así como terceras personas. III. Comunidades indígenas: Aquellos conjuntos de personas que forman una o varias unidades socioeconómicas y culturales en torno a un asentamiento común, que pertenecen a un asentamiento común, que pertenecen a un determinado pueblo	A partir de la descripción del medio socioeconómico presentado en el capítulo IV de la presente manifestación se identifica la existencia de comunidades indígenas. Así mismo se ingresa junto con la MIA, el Estudio de Impacto Sociodemográfico a fin de identificar a los pueblos o comunidades indígenas que podrían resultar afectados

Artículo	Vinculación
indígena de los enumerados en el artículo 2° de este Ordenamiento y que tengan una categoría administrativa inferior a la del municipio, como agencias municipales o agencias de policía. (…) V. Territorio indígena: Porción del territorio nacional constituida por espacios continuos y discontinuos ocupados y poseídos por los pueblos y comunidades indígenas, en cuyos ámbitos espaciales, material, social y cultural se desenvuelven aquellos y expresan su forma específica de relación con el mundo, sin detrimento alguno de la Soberanía Nacional del Estado Mexicano ni de las Autonomías del Estado de Oaxaca y sus Municipios.	
Artículo 53. Las obras y proyectos que promueva el Estado, las organizaciones o los particulares, que impacten a los pueblos y comunidades indígenas en sus recursos naturales, deberán ser discutidos, analizados y consensados previamente con dichos pueblos y comunidades.	El proyecto de modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen es promovido y financiado por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de actas de anuencia con los pueblos y comunidades indígenas de la región. Mediante un proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia y aprobación de las autoridades tradicionales, garantizando que la obra cuente con el respaldo de la comunidad y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la Mixteca

II.2.2.3. Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca

La Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca, garantiza el derecho de estos pueblos a participar efectivamente en decisiones sobre sus territorios, recursos y cultura. Esta norma establece los principios normativos, procedimientos y medidas obligatorias que las autoridades deben observar para proteger la libre determinación, la participación política y el respeto a sus sistemas normativos.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas tienen derecho a ser consultadas de manera previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada, mediante procedimientos apropiados y a través de sus asambleas generales, autoridades comunitarias, entre otras instituciones representativas de conformidad con sus sistemas normativos, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles.	Juntamente con la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se ingresa el Estudio de Impacto Sociodemográfico con el objetivo de identificar con precisión a los pueblos o comunidades indígenas que podrían interactuar con el proyecto. Cabe destacar que la modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen es promovida y financiada por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de actas de anuencia con las comunidades de la región. Mediante este proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia de las autoridades tradicionales, garantizando así que la obra cuente con el respaldo ciudadano y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la Mixteca
Artículo 3. La Consulta previa, libre e informada, tendrá como finalidad llegar a un acuerdo, obtener el consentimiento o, en su caso, emitir opiniones y propuestas, según corresponda a la medida sometida a consulta. En todos los casos se deberá garantizar el respeto y pleno ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas susceptibles de ser afectados con la medida sometida a consulta a fin de preservar la diversidad y pluriculturalidad del estado. Para cumplir el objeto y fines de esta Ley, se reconocen a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas como sujetos de derecho público.	
Artículo 7. En general deben ser materia de consulta: I. Toda medida legislativa o administrativa susceptible de afectar a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas; II. Todo proceso de desarrollo que el estado pretenda implementar, en la medida en que éste sea susceptible de afectar a las vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas; y III. Cualquier proyecto que pueda afectar las tierras, territorios y otros recursos, el medio ambiente y las formas de organización de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, particularmente, aquellos relacionados con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.	

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPÍTULO III.

DESCRIPCION DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

CONTENIDO

III. DESCRIPCION DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 1

III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Region Ecológica 1

III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en al Region Ecológica 2

III.3. Especies potenciales 5

III.4. Resumen y metodología de muestreos en el Area del Proyecto, Area de Influencia y Region Ecológica 6

III.5. Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 8

III.6. Índices de diversidad biológica 9

III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Region Ecológica 12

III.8. Diagnostico ambiental 25

III.9. Problemáticas ambientales en la Region o Regiones Ecológicas 31

III.10. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI 32

CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Region Ecológica 2
Cuadro 2. Datos de muestreo 6
Cuadro 3. Especies en la NOM-059 8
Cuadro 4. Índices de diversidad de flora 9
Cuadro 5. Índices de diversidad de fauna 10
Cuadro 6. Componentes ambientales de la Region Ecológica 12
Cuadro 7. Incidencias del Proyecto y su AI 32

FIGURAS

Figura 1. Region ecológica delimitada 2

Figura 2.- Uso de suelo y vegetación según INEGI *15*
Figura 3.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo *17*
Figura 4.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo *18*
Figura 5. Panorámicas del Are del proyecto y AI *30*

III. DESCRIPCION DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Region Ecológica

Criterios para la delimitación	Para establecer los límites de la Región Ecológica, se evaluaron diversas capas de información geográfica, determinando su relevancia funcional para el proyecto: Marcos de Ordenamiento: Se revisó el POEGT (UAB 99) y el POERTEO. Aunque el proyecto se inscribe en ellos, debido a su escala general, estas unidades se utilizaron como marco normativo de referencia y no como límite físico de la Región Ecológica. Valor de Conservación: La Región Terrestre Prioritaria (RTP) "Sierras Triqui-Mixteca" fue el criterio biótico fundamental, ya que el proyecto se localiza dentro de este ecosistema clave para la biodiversidad regional. Criterios Hidrológicos y Fisiográficos: Al ser la hidrología el principal vector de transporte de impactos, se seleccionaron las Microcuencas "Ahuajutia" y "San Martín Peras" como los límites geográficos definitivos. Esto asegura que la Región Ecológica abarque la unidad de gestión de agua donde el camino tendrá influencia directa.
Superficie de la Region Ecológica	9,285.9616 hectáreas

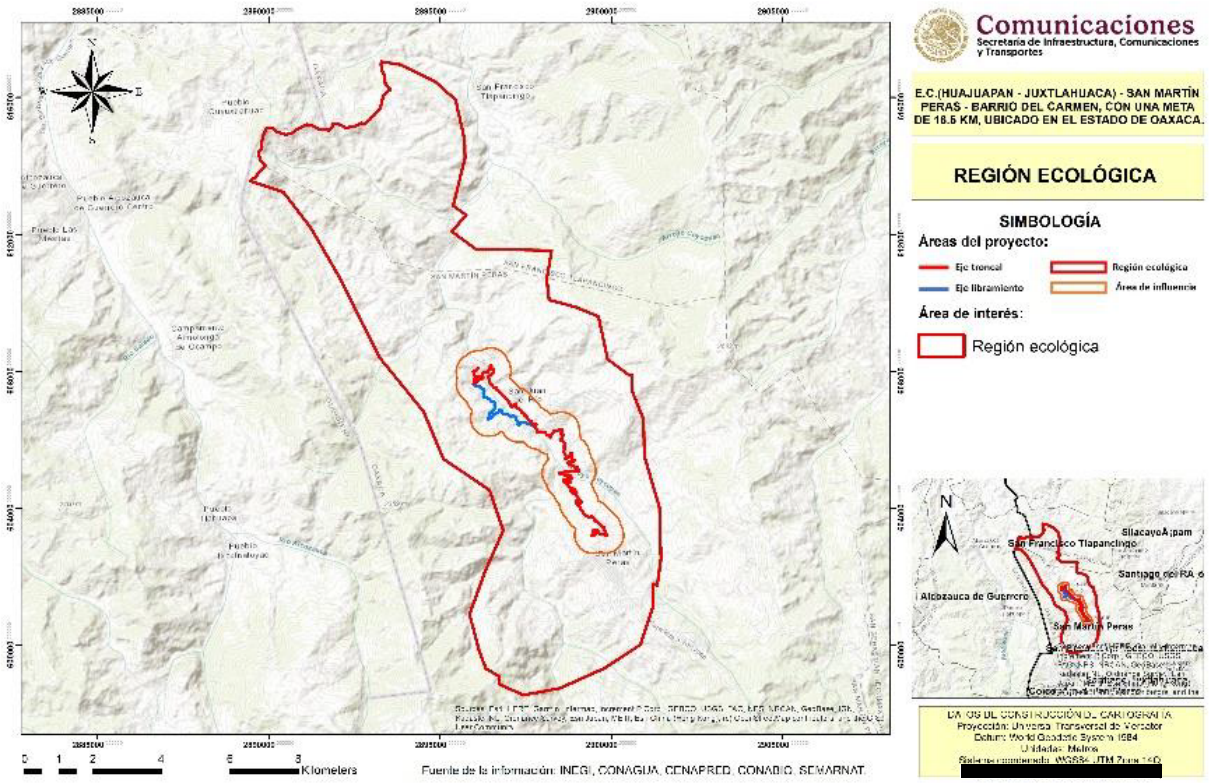


Figura 1. Región ecológica delimitada

III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en al Región Ecológica

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, en la Región Ecológica se presentan 12 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo Agricultura de temporal Anual la que ocupa mayor superficie en el polígono de la Región.

Cuadro 1. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Región Ecológica

Clave	Uso de suelo y vegetación	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	76.2872	0.82%		0.00%		0.00%
BP	Bosque de Pino	637.1962	6.86%	783.08	77.98%	0.3563	1.34%
BPQ	Bosque de Pino-Encino	61.1385	0.66%		0.00%		0.00%
BQ	Bosque de Encino	469.8730	5.06%		0.00%		0.00%
BQP	Bosque de Encino-Pino	464.4505	5.00%		0.00%		0.00%
PI	Pastizal Inducido	338.0810	3.64%		0.00%		0.00%

Clave	Uso de suelo y vegetación	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal Anual	5221.0890	56.23%	37.17	3.70%	19.9825	75.09%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino	1571.1300	16.92%	183.98	18.32%	6.2727	23.57%
Vsa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino-Encino	154.3242	1.66%		0.00%		0.00%
Vsa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Encino	82.7216	0.89%		0.00%		0.00%
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	209.6704	2.26%		0.00%		0.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1,004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

- **Agricultura de temporal**: 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, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.
- **Asentamientos humanos**: Es el establecimiento de un conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
- **Pastizal inducido**: esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

- **Bosque de Pino:** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.
- **Bosque de Encino** comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.
- **Vegetación de Bosque de Pino-Encino**. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.
- **Vegetacion de Bosque de Encino-Pino**: Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800m. Estas comunidades están conformadas por encinos (Quercus spp.), y en proporción algo menor de pinos (Pinus spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino.
- **Selva Baja Caducifolia**: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos 0 subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta Bs y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20° C. Las precipitaciones anuales son de 1 200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1 700 m, rara vez hasta 1 900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva

presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.

- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbustiva**; se considera la siguiente descripción: vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.
- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbórea**; se considera la siguiente descripción: se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

III.3. Especies potenciales

Para robustecer la caracterización biótica, se realizó una consulta en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), complementada con el uso de la plataforma EncicloVida. Los registros obtenidos, actualizados a diciembre de 2024, permitieron identificar la flora potencial y enfocar los esfuerzos de muestreo en campo hacia la localización de ejemplares con valor biológico relevante o bajo categorías de riesgo, asegurando la congruencia entre la bibliografía y la realidad ecológica de la Región Ecológica (RE) y el Área del Proyecto (AP).

Se anexa Listado de Fauna

Se anexa Listado de Flora

III.4. Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica

Cuadro 2. Datos de muestreo

Componente	Tipo	Método	#sitios de muestreo	Horario de muestreo	Estacionalidad	Fecha de realización	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Flora RE								
Vs/PQ	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	4	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 19 de abril	Perenne	Terrestre
Vs/Q	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	1	Diurno	Secas	20-21 de abril	Perenne	Terrestre
Flora AI								
Vs/PQ	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	4	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 19 de abril	Perenne	Terrestre
Vs/Q	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	1	Diurno	Secas	20-21 de abril	Perenne	Terrestre
Flora AP								
Vs/PQ	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	4	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 19 de abril	Perenne	Terrestre
Vs/Q	Dirigido	Parcelas de 800 m^2	1	Diurno	Secas	20-21 de abril	Perenne	Terrestre
Fauna RE								
Aves	Aleatorio	Transectos	5	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne y estacional	Terrestre

Componente	Tipo	Método	#sitios de muestreo	Horario de muestreo	Estacionalidad	Fecha de realización	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Herpetofauna	Aleatorio	Transectos	5	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre
Mamíferos	Aleatorio	Transectos	5	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre
Fauna AI								
Aves	Aleatorio	Transectos	7 transectos	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne y estacional	Terrestre
Herpetofauna	Aleatorio	Transectos	7 transectos	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre
Mamíferos	Aleatorio	Transectos	7 transectos 5 cámaras trampa	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre
Fauna AP								
Aves	Aleatorio	Transectos	12 transectos	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne y estacional	Terrestre
Herpetofauna	Aleatorio	Transectos	12 transectos	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre
Mamíferos	Aleatorio	Transectos	12 transectos 4 cámaras trampa	Diurno	Secas	28, 29 de marzo y 17 y 21 de abril	Perenne	Terrestre

III.5. Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuadro 3. Especies en la NOM-059

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endemismo	Número de individuos	Presencia AP	Presencia AI	Presencia RE
Flora	Catopsis berteroniana	Bromelia	Pr	No	2		1	1
Fauna	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	A	Si	5	5		
	Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	Si	5	4	1	
	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	Si	2		2	
	Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	Si	5		5	

III.6. Índices de diversidad biológica

Cuadro 4. Índices de diversidad de flora

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice RE	Valor del índice AI	Valor del índice AP	Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
Flora	VS/BQ	Arbóreo	Índice de Shannon	Diversidad H	0.589	0.328	0.268	Diversidad baja en las tres zonas, reflejando la hiperdominancia de Q. rugosa y Q. magnonifolia
			Equitatividad	Equidad J	0.850	0.474	0.387	En la región ecológica la población es homogénea mientras que en el AI y el AP hay dominancias de una o varias especies
		Arbustivo	Índice de Shannon	Diversidad H	1.01	0	0.377	En las tres zonas se presenta una diversidad críticamente baja reflejando la hiperdominancia de Q. rugosa y Q. magnonifolia
			Equitatividad	Equidad J	0.92	0	0.544	En la región ecológica la población es homogénea mientras que en el AI y el AP hay dominancias de una o varias especies
		Epifita	Índice de Shannon	Diversidad H	0	0.673	0	Solo el AI cuenta con los datos suficientes para obtener el dato reflejando una diversidad críticamente baja
			Equitatividad	Equidad J	0	0.971	0	solo el AI presenta una equidad alta con pocas especies pero equilibradas
		Herbácea	Índice de Shannon	Diversidad H	0.562	0.617	0.693	En las tres zonas se presenta una diversidad críticamente baja
			Equitatividad	Equidad J	0.8113	0.890	0.918	Las poblaciones de las especies encontradas están bien distribuidas, mostrando un

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice RE	Valor del índice AI	Valor del índice AP	Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
								equilibrio ecológico saludable y sin dominancias críticas
	VS/BPQ	Arbóreo	Índice de Shannon	Diversidad H	1.175	0.744	1.077	Diversidad baja en las tres áreas
			Equitatividad	Equidad J	0.604	0.358	0.554	Equidad moderada a baja, la distribución de los individuos está sesgada
		Arbustivo	Índice de Shannon	Diversidad H	2.054	1.363	1.738	Diversidad baja en las tres áreas
			Equitatividad	Equidad J	0.778	0.569	0.755	Equidad media, el ecosistema mantiene un reparto de abundancias aceptable
		Epifita	Índice de Shannon	Diversidad H	1.402	1.026	1.255	Diversidad baja en las tres áreas
			Equitatividad	Equidad J	0.72	0.638	0.779	Equidad media, el ecosistema mantiene un reparto de abundancias aceptable
		Herbácea	Índice de Shannon	Diversidad H	1.451	2.163	0.856	Diversidad baja en las tres áreas
			Equitatividad	Equidad J	0.902	0.940	0.532	equidad alta en la RE y AI, la abundancia está repartida de forma casi idéntica entre todos los taxones presentes, mientras que en el AP la distribución es sesgada

Cuadro 5. Índices de diversidad de fauna

Componente	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice AP	Valor del índice AI	Valor del índice RE	Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
Fauna	Aves	Shannon	2.84	2.80	2.79	Este componente presenta los valores más altos de diversidad y riqueza de todo el muestreo faunístico. El índice de Shannon se mantiene notablemente estable y elevado en las tres escalas, reflejando comunidades maduras y diversas. La riqueza de especies es
		Simpson	0.91	0.91	0.90	
		Menhinick	2.40	2.36	2.39	
		Margalef	5.74	4.96	5.12	

Componente	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice AP	Valor del índice AI	Valor del índice RE	Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
		Equitatividad	0.84	0.88	0.87	sobresaliente, alcanzando su punto máximo en el AP según Margalef, lo que denota un hábitat local con alta disponibilidad de nichos. La equitatividad generalizada confirma que las abundancias están distribuidas de manera homogénea, sin que se registre la dominancia absoluta de una sola especie, coincidiendo con los altos valores del índice de Simpson
	Herpetofauna	Shannon	1.53	1.87	1.93	Se observa una tendencia de gradiente positivo desde la escala puntual hacia la regional. La diversidad (Shannon) y la riqueza (Margalef y Menhinick) muestran un incremento progresivo al ampliar el radio de análisis, pasando de una riqueza baja a moderada a nivel local a una mejor representación ecológica a nivel regional. Esto sugiere que, si bien el sitio específico cuenta con restricciones de hábitat o menor detectabilidad para reptiles y anfibios, la región ecológica circundante mantiene una conectividad que sostiene una mayor variedad de especies. La equitatividad se mantiene alta y estable en todos los niveles, indicando comunidades balanceadas
		Simpson	0.74	0.82	0.84	
		Menhinick	1.41	1.54	2.07	
		Margalef	1.73	2.12	2.58	
		Equitatividad	0.86	0.90	0.93	
	Mamíferos	Shannon	1.10	1.94	1.70	Este grupo exhibe la variación más drástica entre el punto evaluado y su entorno. A nivel local (AP), se detecta un escenario de baja diversidad y riqueza, fuertemente influenciado por una dominancia marcada o baja detectabilidad. No obstante, al analizar el AI y la RE, los índices de diversidad y riqueza prácticamente se duplican. Este contraste evidencia que, aunque el sitio específico registra un uso limitado por mamíferos o se encuentra localmente impactado, el entorno inmediato actúa como un corredor biológico y un refugio con condiciones de hábitat significativamente superiores y una distribución muy equitativa de las especies
		Simpson	0.60	0.84	0.80	
		Menhinick	1.00	1.79	1.90	
		Margalef	1.08	2.34	2.17	
		Equitatividad	0.80	0.93	0.95	

III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

Cuadro 6. Componentes ambientales de la Región Ecológica

Componente	Descripción
Abiótico	• Tipos de Clima (CONABIO): A(C)w0(w) (Semicálido subhúmedo), A(C)w1(w) (Semicálido subhúmedo) y Aw0(w) (Cálido subhúmedo) • Temperatura: Las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre y enero (con una media de 18.5°C) y la temperatura máxima mensual alcanza los 33°C en el mes de abril. • Precipitación: La precipitación media anual para la RE es de 887 mm. La temporada con mayor registro de lluvias se encuentra entre los meses de junio a septiembre, registrando la mayor durante el mes de julio y la mínima en el mes de diciembre. • Fenómenos meteorológicos: Riesgo bajo para ciclones tropicales, riesgo por inundaciones bajo y Muy Bajo, Riesgo por bajas temperaturas bajo, Riesgo por tormentas eléctricas Alto y Muy alto y Riesgo por Sequia con niveles bajo, Medio y Alto. • Provincia Fisiográfica: Sierra Madre del Sur (abarca el RE, AI y AP). Subprovincia: Cordillera Costera del Sur (abarca el RE, AI y AP) • Sistemas de Topoformas: Sierra Alta Compleja y Cañón Típico, además de registrarse la Sierra de cumbres tendidas únicamente en la RE. • Tipos de Roca: Metamórfico presente en RE, AI y AP; Sedimentaria y Extrusiva presente solo en RE. • Sismicidad: La RE, el AI y el AP se encuentran situados al 100% en la Zona D (Muy alta intensidad) de la CFE/CENAPRED, donde los sismos son muy frecuentes y las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad. • Inestabilidad de Laderas: La RE no recae en ninguna zona con potencial a deslizamiento, siendo la zona con potencial más cercana la conocida como Pacífico Sur. • Tipo de suelo: Litosol, con presencia de erosión hídrica con deformación del terreno. • Hidrología subterránea y superficial: la RE, AI y AP se localizan dentro del acuífero Tlapa Huamuxtitlan; en la Region Hidrológica Balsas, Cuenca hidrológica Rio Tlapaneco, Subcuenca hidrológica Rio Coicoyán, y en

Componente	Descripción
	las microcuencas Ahuejutla y San Martin Peras. El proyecto intercepta en 3 ocasiones con el rio Coicoyán y con 13 escurrimientos intermitentes. **Paisaje**. Para evaluar la calidad del paisaje visual en la zona de la nueva avenida, se diseñó una matriz con 8 factores clave (geomorfología, vegetación, fauna, agua, color, fondo escénico, singularidad y grado de alteración humana). Cada elemento se valoró en una escala de 1 a 5 puntos, permitiendo clasificar el nivel de conservación o atractivo del área en cinco rangos distintos: Muy baja (8-14.3 pts), Baja (14.4-20.7 pts), Media (20.8-27.1 pts), Alta (27.2-33.5 pts) y Muy alta (33.6-40 pts). El trabajo de campo consistió en la inspección de 20 sitios de observación georreferenciados mediante coordenadas UTM. Las evaluaciones se realizaron dentro de un radio directo de 100 metros en cada sitio —a excepción del fondo escénico, analizado hasta el horizonte visible— observándose de manera general un entorno caracterizado por la presencia de asentamientos humanos, actividades agrícolas, ganadería y parches de vegetación secundaria de bosque de pino y encino. En términos descriptivos, el área del proyecto se caracteriza por una expansión de asentamientos urbanos dispersos en diversas colonias y agencias, lo cual ha derivado en la creación de una red de caminos de acceso capilares. A esta configuración se integran terrenos destinados a actividades agropecuarias, así como zonas con pérdida de cobertura vegetal producto del abandono y la degradación de los suelos. Este proceso de antropización se extiende al Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), donde persiste el crecimiento de los asentamientos humanos y el libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino. Adicionalmente, en las proximidades del cauce del río Coicoyán, se identificaron sitios de extracción de material pétreo aprovechados por la población local. Este escenario configura un paisaje altamente antropizado, donde la vegetación forestal de pino y encino ha quedado reducida a relictos confinados en las zonas de mayor altitud y difícil acceso.
Biótico	**Análisis comparativo uso de suelo y vegetación existente en el AP** El contraste entre la información de gabinete (INEGI Serie VII, 1:50,000) y la validación in situ mediante caminamiento y rodalización en SIG, permitió rectificar la distribución real de las coberturas en la Línea de Ceros (LC) del Proyecto (26.6115 ha), identificando las siguientes diferencias técnicas: INEGI reporta 6.6290 ha de Bosque de Pino (puro) y su vegetación secundaria. Sin embargo, en campo se determinó una superficie forestal real mayor, sumando 8.2524 ha (12.65% de la LC) correspondientes a comunidades de Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino.

Componente	Descripción

La cartografía oficial asigna el 75.09% (19.9825 ha) a la Agricultura de Temporal (TA). El levantamiento físico demostró que la actividad agrícola activa representa solo el 3.85% (2.5099 ha); el resto de la superficie clasificada por INEGI como TA corresponde en realidad al camino actual (9.24%), pastizales inducidos (11.35%), asentamientos humanos (1.87%) y áreas desprovistas de vegetación (1.57%).

Para efectos del proyecto, las superficies de la Línea de Ceros se agruparon en dos condiciones (Figura 9):

Condición Forestal (12.65% / 8.2524 ha): Áreas con vegetación secundaria de Pino-Encino y Encino sujetas a procesos de sucesión natural, las cuales requerirán el trámite de Cambio de Uso de Suelo (CUSTF).

Condición No Forestal (28.15% / 18.3591 ha): Zonas antropizadas o desprovistas de cobertura arbórea (camino existente, agricultura, pastizales, asentamientos y cauces) donde las actividades humanas impiden la regeneración forestal.

Finalmente, la superficie total de la Línea de Ceros representa el 40.81% del Derecho de Vía (DDV) total (65.2134 ha), quedando un 59.19% (38.6019 ha) como remanente sin afectación directa por el proyecto.

Cuadro 1.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

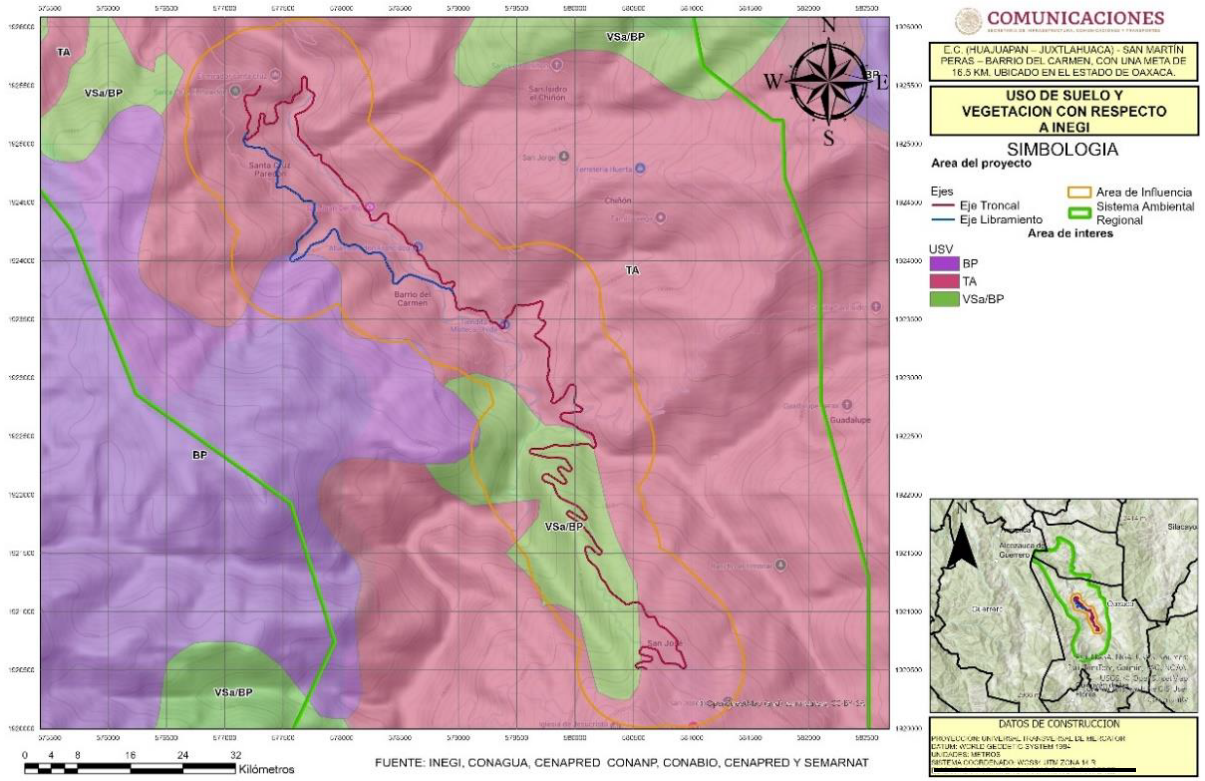
Componente	Descripción
	

Figura 2.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Componente	Descripción

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 2.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

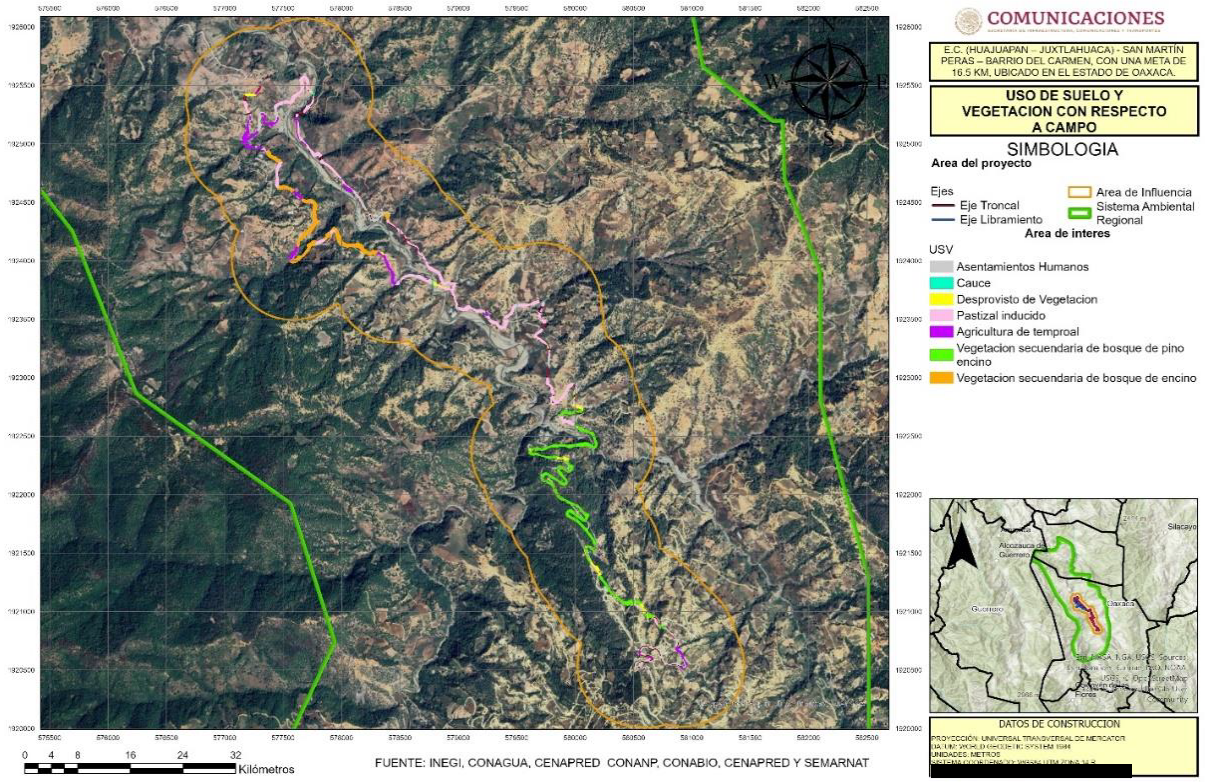
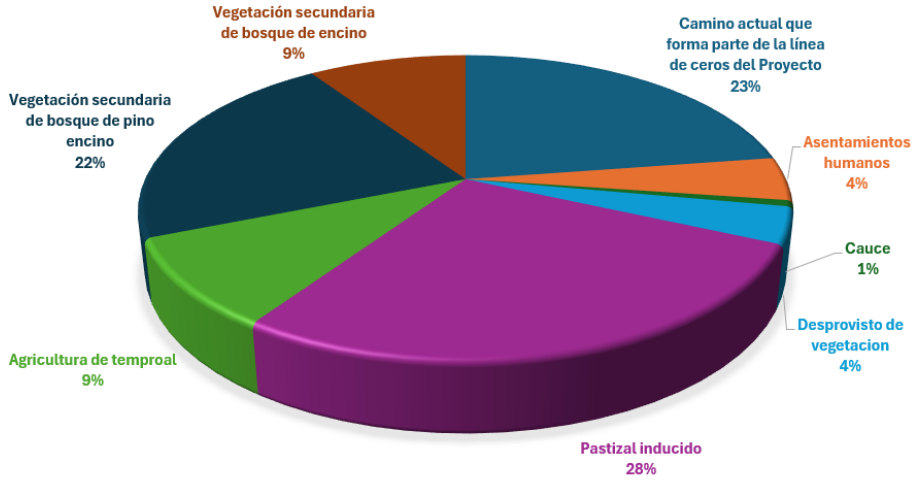
Componente	Descripción
	

Figura 3.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

Componente	Descripción
	 **Figura 4.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo**
	El análisis florístico evaluó dos tipos de vegetación representativos bajo un desglose por estratos (arbóreo, arbustivo, epífito y herbáceo), utilizando los índices de diversidad de Shannon (H´) y equitatividad de Pielou (J´). A. Bosque de Quercus (VS/BQ) • Estrato Arbóreo: Presenta una diversidad baja en las tres escalas evaluadas (RE = 0.589; AI = 0.328; AP = 0.268). Este fenómeno se debe a una marcada hiperdominancia de *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*. No obstante, la equitatividad en la RE es notablemente homogénea (J' = 0.850), contrastando con la marcada dominancia de pocas especies a nivel local (AP y AI). • Estrato Arbustivo: Muestra una tendencia homóloga al arbóreo, con una diversidad críticamente baja condicionada por la dominancia de los mismos taxones de *Quercus*. La estructura de abundancias es altamente homogénea en la RE (J' = 0.92), pero se sesga significativamente al acercarse al AP. • Estrato Epífito: La escasez de registros impidió el cálculo en la RE y el AP. Únicamente el AI aportó datos suficientes, reflejando una diversidad baja (H' = 0.673) pero con una equidad sobresaliente (J' = 0.971), indicando comunidades estables, pero con baja riqueza.

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td>

- Estrato Herbáceo: Registra diversidad baja en todo el gradiente espacial (AP= 0.693 a RE = 0.562). Sin embargo, a diferencia de los estratos leñosos, la equitatividad es alta y balanceada (J' > 0.81 en todas las escalas), lo que demuestra un reparto saludable y sin dominancias críticas entre las especies herbáceas registradas.

Listado de especies de Bosque de Encino que serán afectadas en el área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

Índice de Shannon para la vegetación de Selva Baja Caducifolia en AI

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	666	195	274	52
Riqueza (S)	8	11	5	10
Índice de Shannon	0.744	1.363	1.026	2.163
H máx = Log(S)	2.079	2.398	1.609	2.303
Equidad	0.358	0.569	0.638	0.940
Hmax-Hcalc	1.335	1.035	0.583	0.139
Abundancia/ha	2,081.25	1,218.75	1,712.50	130,000.00

B. Bosque de Pino-Encino (VS/BPQ)

- Estrato Arbóreo: Exhibe una diversidad baja en general, aunque con una ligera recuperación en la RE (H' = 1.175) y el AP (H' = 1.077). La equitatividad es de moderada a baja (AI = 0.358; AP = 0.554), lo que confirma que la distribución de los individuos se encuentra sesgada por elementos dominantes del dosel.

</td></tr>
</table>

Componente	Descripción

- Estratos Arbustivo y Epífito: Ambos manifiestan una diversidad baja en las tres áreas; sin embargo, sostienen una equidad media (Pielou aprox 0.56 - 0.77). Esto traduce un reparto de abundancias biológicamente aceptable dentro del ecosistema forestal.
- Estrato Herbáceo: Sostiene valores de diversidad bajos en términos generales, con un pico relativo en el AI (H' = 2.163). Destaca la equidad en la RE (J' = 0.902) y el AI (J' = 0.940), donde la abundancia se distribuye de forma casi idéntica entre los taxones presentes, mientras que a escala local (AP) la comunidad se vuelve más asimétrica (J' = 0.532).

Listado de especies de Bosque de Pino Encino que serán afectadas en el área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa

Componente	Descripción

Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

Índice de Shannon para la vegetación de Bosque Pino Encino en el AP

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	383	198	282	34
Riqueza (S)	7	10	5	5
Índice de Shannon	1.077	1.738	1.255	0.856
H máx = Log(S)	1.946	2.303	1.609	1.609
Equidad	0.554	0.755	0.779	0.532
Hmax-Hcalc	0.868	0.565	0.355	0.753
Abundancia/ha	1,196.88	1,237.50	1,762.50	85,000.00

El monitoreo faunístico integró los índices de Shannon, Simpson (dominancia), Margalef y Menhinick (riqueza), y Pielou (equitatividad) para los grupos de aves, herpetofauna y mamíferos.

A. Avifauna

Las aves constituyen el componente con mayor madurez, diversidad y riqueza de todo el muestreo faunístico. El índice de Shannon permanece elevado y sumamente estable en las tres escalas analizadas (AP = 2.84; AI = 2.80; RE = 2.79).

La riqueza de especies es sobresaliente, alcanzando su máximo en el AP según el índice de Margalef (5.74), lo que demuestra una alta disponibilidad de nichos ecológicos a nivel local. Asimismo, los altos valores de equitatividad (J' 0.84) y Simpson (0.91) confirman comunidades equilibradas y homogéneas, exentas de dominancias absolutas.

B. Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Este grupo muestra un gradiente positivo desde la escala puntual hacia la regional. Tanto la diversidad de Shannon (AP = 1.53, RE = 1.93) como la riqueza de Margalef (AP = 1.73, RE} = 2.58) incrementan de manera progresiva conforme se expande el radio de análisis.

Esta tendencia sugiere que, si bien el AP presenta ciertas restricciones de hábitat o variaciones en la detectabilidad local, la Región Ecológica circundante mantiene una conectividad estructural que sostiene una mayor variedad de especies. La equitatividad se mantiene alta y estable en todos los niveles (J' = 0.86 - 0.93), indicando comunidades balanceadas.

Componente	Descripción

C. Mastofauna (Mamíferos)

Los mamíferos presentan la variación más drástica entre el sitio específico y su entorno. A escala local (AP), se detecta un escenario de baja diversidad (H' = 1.10) y baja riqueza (Margalef = 1.08), situación que está influenciada por perturbaciones locales o baja detectabilidad en el punto de muestreo.

No obstante, al evaluar el AI y la RE, los índices de diversidad y riqueza prácticamente se duplican (AI: H' = 1.94, Margalef = 2.34). Este marcado contraste evidencia que, aunque el sitio puntual registra un uso limitado o impactos antropogénicos locales, la Región Ecológica y el área perimetral inmediata actúan como un corredor biológico y refugio crítico que provee condiciones de hábitat significativamente superiores, albergando una distribución de especies altamente equitativa (J'=0.93).

Listado de especies de fauna observada en el área de proyecto

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
1	Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	LC	
2	Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	LC	Cites II
3	Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	
4	Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	LC	
5	Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	
6	Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	
7	Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	LC	Cites II
8	Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	LC	
9	Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	LC	
10	Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	LC	
11	Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	LC	
12	Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	LC	
13	Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	LC	
14	Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	LC	

Componente	Descripción							
	15	Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	LC	
	16	Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	
	17	Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	LC	
	18	Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	LC	
	19	Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	
	20	Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC	
	21	Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	LC	
	22	Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	LC	
	23	Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	LC	
	24	Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	LC	
	25	Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	LC	
	26	Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	LC	
	27	Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	LC	
	28	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	LC	
	29	Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	LC	
	30	Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	-	LC	
	31	Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	LC	
	32	Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	LC	
	33	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	LC	
	34	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Árbol del Pacifico	-	LC	
	35	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	LC	
	36	Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	LC	
	37	Mamíferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	LC	
	38	Mamíferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	LC	
	39	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	

Componente	Descripción
Socioeconómico	De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020 el municipio de San Martin Peras cuenta con una población de 12436 habitantes representando el 0.3% de la población estatal. En cuanto a la relación hombres-mujeres es de 88 hombres por cada 100 mujeres. La edad media de la población es de 18 años. El municipio cuenta con 59 localidades las de mayor importancia son San Martin Peras (cabecera municipal) con 3, 051 habitantes, Ahuejutla con 1366 habitantes y Santiago Petlacala con 753 habitantes. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con 2,316 viviendas, el promedio de ocupantes por vivienda es de 5.4. Al respecto de la disponibilidad de servicios en las viviendas el 96.8% cuenta con energía eléctrica, el 90.5 % cuenta con servicio sanitario, el 63.1 % cuenta con drenaje y el 25.7% cuenta con agua entubada. En cuanto a la disponibilidad de bienes el 40.1 % cuenta con refrigerador, el 25.1 % cuenta con lavadora y el 31.9% cuenta con automóvil. Al respecto de tecnologías, el 65.6 % cuenta con celular, el 4.1 % cuenta con internet y el 3.3 % cuenta con computadora. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con el 72.3 % de habitantes afilados a un servicio de salud. De los cuales el 74.2 % este afiliado al INSABI, 19.2 % al IMSS-BIENESTAR, el 0.3% al ISSSTE y el 12 % al IMSS. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, la tasa de alfabetización en el municipio en el rango de edad de 15 a 24 años es de 93.3 % mientras que para los mayores de 25 años la tasa de alfabetización corresponde al 41.6%. Al respecto del nivel escolar, al menos el 40.9 % no curso algún grado escolar, el 54.6 % cuenta con el nivel básico de educación, el 3.6 % cuenta con educación de nivel medio y el 0.9 % cuenta con educación superior. Es oportuno mencionar que, de acuerdo con la Secretaria del Bienestar, para el 2022 el municipio de interés presentó el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social en el contexto nacional y estatal por municipio para el año. En dicho cuadro se puede observar que, el municipio de incidencia del proyecto, San Martin Peras cuenta con un Grado de Marginación Muy Alto. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 25.8 % del cual, el 73.9 % corresponde a hombres y el 26.1 % a mujeres. Al respecto de la población que no es económicamente activa se encuentra en un 73.8 %, la mayor proporción corresponde a las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, le siguen los estudiantes, las personas con limitaciones físicas o mentales y finalmente los pensionados.

III.8. Diagnostico ambiental

Para el análisis y valoración del estado inicial del entorno previo a la ejecución del proyecto, se aplicó la metodología de Battelle-Columbus (1973) adaptada al ámbito del proyecto, la cual permite ponderar la calidad ambiental existente sin la presencia de las obras mediante una escala numérica estandarizada que va del valor 0 para una calidad muy baja o pésima, hasta 1 para un estado óptimo o de calidad muy alta. Bajo este enfoque metodológico, se evaluaron 15 factores agrupados en 7 componentes susceptibles de afectación —agua, suelo, aire, flora, fauna, paisaje y aspecto socioeconómico—, asignando a cada uno un nivel jerárquico dentro del intervalo de valores de cero a uno (dividido en graduaciones de muy baja con 0.00, baja con 0.25, media con 0.50, alta con 0.75 y muy alta con 1.00).

Cada factor representa solo una parte del componente ambiental y a su vez del medio ambiente, por lo que es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se pueden contemplar en conjunto y, además ofrezca una imagen coherente de la situación al hacerlo. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal expresado en forma de “unidades de importancia”. Para la valoración se asignaron un total de 200 unidades de importancia. En el siguiente Cuadro se muestra las unidades de importancia por factor y componente:

Cuadro 7. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
Agua	Cantidad	0.5	10	20
	Calidad	0.25	10	
Suelo	Calidad	0.25	15	30
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15	
Aire	Calidad	0.5	10	20
	Sonido (ruido)	0.5	10	
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	30
	Conectividad (fragmentación)	0	15	
Fauna	Hábitat	0.25	20	50

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
	Anfibios y reptiles	0.25	10	
	Aves y quirópteros	0.25	10	
	Mamíferos terrestres	0.25	10	
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	30
Socioeconómico	Bienestar social	0.5	10	20
	Bienestar económico	0.5	10	
Total		**4.5**	**200**	**200**

Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro y de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las UIA, considerando como línea base el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto con el total de sus unidades de importancia. La fórmula para el cálculo de las unidades de impacto ambiental es:

$$UIA = (CA) * i * X * (UIP)$$

Donde:
UIA: Unidades de Impacto Ambiental
(CA) i: Valor de la calidad de cada factor
(UIP) I: Unidades de importancia para cada factor

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de impacto ambiental para cada factor considerado:

Cuadro 8. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del Factor
Agua	Cantidad	0.5	10	5
	Calidad	0.25	10	5

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del Factor
Suelo	Calidad	0.25	15	7.5
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15	7.5
Aire	Calidad	0.5	10	5
	Sonido (ruido)	0.5	10	5
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	7.5
	Conectividad (fragmentación)	0	15	7.5
Fauna	Hábitat	0.25	20	10
	Anfibios y reptiles	0.25	10	5
	Aves y quirópteros	0.25	10	5
	Mamíferos terrestres	0.25	10	5
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	15
Socioeconómico	Bienestar social	0.5	10	5
	Bienestar económico	0.5	10	5
Total		**4.5**	**200**	**100**

Para conocer de manera integrada la calidad de los componentes, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente) * 100}{(UI\ del\ componente)}$$

En el siguiente Cuadro las unidades de importancia establecidas se colocan al lado del componente correspondiente.

Cuadro 9. Valoración de la calidad por componente

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del factor	Valor del componente	UIA del Factor	Calidad (%)
Agua	Cantidad	0.5	10	20	5	25
	Calidad	0.25	10		5	25
Suelo	Calidad	0.25	15	30	7.5	25
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15		7.5	25
Aire	Calidad	0.5	10	20	5	25
	Sonido (ruido)	0.5	10		5	25
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	30	7.5	25
	Conectividad (fragmentación)	0	15		7.5	25
Fauna	Hábitat	0.25	20	50	10	20
	Anfibios y reptiles	0.25	10		5	10
	Aves y quirópteros	0.25	10		5	10
	Mamíferos terrestres	0.25	10		5	10
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	30	15	50
Socioeconómico	Empleo	0.5	10	20	5	25
	Comercio	0.5	10		5	25
Total		**7.5**	**4.5**	**200**	**100**	**-**

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima respectivamente.

A continuación, se presenta la calidad de cada componente

Cuadro 10. Calidad de cada componente

Componente	Calidad del componente (%)	
Agua	50	Media
Suelo	50	Media
Aire	50	Media
Flora	50	Media
Fauna	50	Media
Paisaje	50	Media
Socioeconómico	50	Media

A partir de dicha categorización, los resultados obtenidos para cada elemento del inventario ambiental reflejan las siguientes condiciones de calidad en la zona de estudio:

Un territorio con un severo proceso de fragmentación y degradación activa. Mientras que el aire y los aspectos socioeconómicos sostienen una calidad media (50%), el núcleo biofísico del proyecto muestra un deterioro crítico y generalizado, con niveles de calidad de apenas 25% en el suelo, el paisaje y la calidad del agua. Este preocupante escenario no es fortuito; es el resultado directo de una sinergia de presiones antropogénicas preexistentes en la región de la Mixteca Baja. El libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino, sumado a la apertura desordenada de una red capilar de caminos de acceso y la extracción de material pétreo en el cauce del río Coicoyán, han acelerado los procesos de erosión hídrica en los litosoles del área y confinado la vegetación forestal a relictos aislados. Así, el diagnóstico fisicoquímico y de paisaje demuestra que el proyecto se desplantará sobre un entorno con un equilibrio ecológico severamente alterado y de alta fragilidad, lo que obligará a robustecer las medidas de mitigación y restauración ambiental para no agravar la degradación actual del suelo y los cuerpos de agua locales.

El análisis multiescalar revela un ecosistema forestal (VS/BQ y VS/BPQ) caracterizado por una marcada simplificación estructural en sus estratos superiores, inducida por la hiperdominancia natural de los taxones *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*. Esta condición se traduce en índices de diversidad de Shannon consistentemente bajos en el estrato arbóreo y arbustivo a lo largo de las tres áreas

evaluadas. A pesar de esta homogeneidad en el dosel, el estrato herbáceo exhibe un diagnóstico favorable, con una equitatividad alta y balanceada que denota un reparto saludable de abundancias y la ausencia de dominancias críticas en el sotobosque. En términos de resiliencia, la flora actual muestra estabilidad frente a presiones ambientales, pero su baja diversidad arbórea local advierte que cualquier perturbación severa sobre el dosel requerirá de acciones de compensación vegetal altamente específicas y enfocadas en mantener la estructura funcional del bosque de encino y pino-encino.

Fauna: A diferencia del componente botánico, la fauna presenta un escenario de alta funcionalidad ecológica y heterogeneidad de hábitat, destacando la avifauna como el grupo más maduro, diverso y estable del sistema, con una sobresaliente disponibilidad de nichos ecológicos a escala puntual (AP). Por su parte, la herpetofauna y la mastofauna evidencian un diagnóstico de sensibilidad ambiental por asimetría espacial. Los bajos valores de riqueza y diversidad registrados para mamíferos y reptiles en el Área Puntual evidencian un sitio localmente presionado, con restricciones de microhábitat o impactos antropogénicos previos. No obstante, el drástico incremento de los índices hacia el Área de Influencia y la Región Ecológica confirma que el entorno inmediato opera activamente como un refugio crítico y corredor biológico estructural. El ecosistema regional mantiene la conectividad necesaria para sostener poblaciones faunísticas dinámicas, lo que obliga al proyecto a establecer medidas estrictas de mitigación dirigidas a preservar los flujos migratorios y la integridad de la matriz paisajística circundante.



Figura 5. Panorámicas del Área del proyecto y AI

III.9. Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

A nivel regional, el entorno del proyecto exhibe un severo proceso de alteración en sus componentes naturales, caracterizado por la presencia de extensas áreas de pastizal inducido destinadas a la actividad ganadera, así como por parcelas agrícolas que, tras ser explotadas, han sido abandonadas por la población local. A esta dinámica se suma la expansión dispersa de asentamientos humanos, cuya necesidad de intercomunicación ha derivado en la apertura de una densa red de caminos de terracería capilares que fragmentan el territorio.

Como consecuencia directa de estas presiones, existen amplias zonas desprovistas de cobertura vegetal original. Al carecer de esta protección biológica natural, el suelo queda completamente expuesto a la acción directa de los agentes erosivos del agua y el viento. Esta degradación es claramente perceptible en la zona de estudio a través de dos indicadores físicos: por un lado, la constante dispersión de polvos y partículas suspendidas generadas por el viento sobre las terracerías; y por el otro, la presencia de roca expuesta y el arrastre visible de sedimentos en las áreas de escurrimientos y zonas desnudas de vegetación durante los eventos de precipitación.



Figura 6. Panorámicas del AI

III.10. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI

Cuadro 11. Incidencias del Proyecto y su AI

Incidencia		Elemento del Proyecto que incide	Superficie de incidencia	% de incidencia respecto de la superficie total del proyecto
Uso de suelo	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	Línea de ceros	**6.0253**	**22.64%**
	Asentamientos humanos	Línea de ceros	**1.2226**	**4.59%**
	Cauce	Línea de ceros	**0.1742**	**0.65%**
	Desprovisto de vegetación	Línea de ceros	**1.0237**	**3.85%**
	Pastizal inducido	Línea de ceros	**7.4034**	**27.82%**
	Agricultura de temporal	Línea de ceros	**2.5099**	**9.43%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Línea de ceros	**5.7714**	**21.69%**
	Vegetación secundaria de bosque de encino	Línea de ceros	**2.481**	**9.32%**
Áreas de importancia ambiental	ANP	No aplica	**No aplica**	**No aplica**
	RTP 126 “Sierras Triqui-Mixteca”	Línea de ceros	**26.6115**	**100%**
	RHP	No aplica	**No aplica**	**No aplica**
	Áreas de importancia para la conservación de las aves	No aplica	**No aplica**	**No aplica**
	Sitios Ramsar.	No aplica	**No aplica**	**No aplica**
Corrientes y cuerpos de agua	Cauces	Línea de ceros	**0.1742 ha**	**0.65%**
Regiones indígenas	Silacayoapan Mixteco	Línea de ceros	**26.6115**	**26.6115**

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

CAPÍTULO IV.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 1

IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección. 1

IV.2. Nombre del Proyecto Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto 9

IV.1. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración..... 12

IV.2. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. 19

IV.3. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos. 20

IV.4. Medidas de compensación y/o restauración ambiental..... 23

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. AI delimitado considerando los impactos ambientales 22

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección.

La selección metodológica para la evaluación de impactos ambientales se fundamenta en un enfoque secuencial y complementario que integra la Matriz de Leopold Modificada y el Método Conesa. En la primera etapa, el uso de la versión modificada de Leopold se justifica por su capacidad diagnóstica y sistemática para identificar interacciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y los factores del entorno. Al separar conceptualmente la Magnitud (escala física o intensidad intrínseca) de la Importancia (trascendencia sobre la calidad del medio) mediante una escala numérica estandarizada, este método elimina la ambigüedad cualitativa y permite mapear con precisión matemática cuáles son las acciones más agresivas y los componentes ambientales más vulnerables del área de estudio.

Posteriormente, los impactos identificados se analizan de manera analítica mediante el Método Conesa (1997), cuya inclusión es clave para reducir la subjetividad a través de un enfoque multicriterio basado en 10 atributos ambientales normalizados. Mediante una ecuación algorítmica ponderada, que prioriza la Intensidad y la Extensión sobre otras variables, este método evalúa cuantitativamente la importancia del impacto en un rango de 13 a 100 puntos, vinculando de forma innovadora la capacidad de autorrecuperación del ecosistema (Reversibilidad) con la viabilidad de la intervención humana (Recuperabilidad). De este modo, la sinergia de ambas metodologías proporciona un modelo predictivo, auditable y alineado con los estándares analíticos exigidos por las autoridades, facilitando la jerarquización de los impactos en categorías estrictas (compatibles, moderados, severos y críticos) para optimizar el diseño del posterior programa de mitigación ambiental.

Cuadro 1. Criterios del método Conesa

Atributo y descripción
Naturaleza (NT). Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto. El valor puede ser **Benéfico (+1) o Perjudicial (-1)**
Intensidad (IN). Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del factor. La intensidad puede ser **Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) o Total (12)**
Extensión (EX). Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada,

Atributo y descripción
el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Los valores que puede tomar son: **Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) o Total (8)**
Momento (MO). Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años. Los valores que puede tomar son: **Largo plazo (1) = MO > 5 años** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ MO ≤ 5 años** **Inmediato (4) = MO < 1 años**
Persistencia (PS). Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es *Fugaz* si permanece menos de un año, el *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y el *Permanente* si supera los diez años. Los valores que puede tomar son: **Fugaz (1) = PS < 1 año** **Temporal (2) = 1 año ≤ PS ≤ 10 años** **Permanente (4) = PS > 10 años**
Reversibilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo. Los valores que puede tomar son: **No aplica (0)** **Corto plazo (1) = RV < 1 año** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ RV ≤ 10 años** **Irreversible (4) = RV > 10 años**
Sinergia (SI). 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. Los valores que puede tomar son: **Sin sinergismo (1)** **Sinérgico (2)** **Muy sinérgico (4)**
Acumulación (AC). Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo. Los valores que puede tomar son **Simple (1) o Acumulativo (4)**
Relación Causa-Efecto (EF). La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro. Los valores que puede tomar son **Indirecto (1) o Directo (4)**
Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular. Los valores que puede tomar son:

Atributo y descripción
Irregular o aperiódico y discontinuo (1) **Periódico (2)** **Continuo (4)**
Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la *reversibilidad* se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son: **No aplica (0)** **De manera inmediata (1) = MC < 1 año** **A mediano plazo (2) = 1 año ≤ MC ≤ 10 años** **Mitigable (4) = 10 año < MC ≤ 60 años** **Irrecuperable (8) = MC > 60 años**

La importancia tomará valores entre 13 y 100 en función de las variaciones dadas a cada atributo. Los impactos con valores menores de 25 se consideran compatibles. Aquellos que toman valores comprendidos entre 25 y 50 se clasifican como moderados. Se definen como severos aquéllos cuyo valor se encuentre entre 50 y 75 y, para valores por encima de 75, se considera que el impacto es crítico (Conesa, 1997).

Para este método, el resultado de los impactos se caracteriza mediante su importancia que se obtiene mediante la ecuación:

$$I = \pm (3\,IN + 2\,EX + MO + PS + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
PS-01	Desmonte	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	32	Moderado
PS-02	Desmonte	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	32	Moderado
PS-03	Desmonte	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-04	Desmonte	Calidad de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-05	Desmonte	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-06	Desmonte	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-07	Desmonte	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-08	Desmonte	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	26	Moderado
PS-09	Desmonte	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Moderado
PS-10	Desmonte	Abundancia de la fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	33	Moderado
PS-11	Desmonte	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-12	Desmonte	Abundancia de la vegetación	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-13	Desmonte	Distribución de vegetación	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-14	Desmonte	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible
PS-15	Desmonte	Calidad Visual	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	2	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	31	Moderado
PS-16	Despalme	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Irreversible (1 año < RV < 10 años)	4	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	44	Moderado

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
PS-17	Despalme	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	60	Severo
PS-18	Despalme	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	35	Moderado
PS-19	Despalme	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	35	Moderado
PS-20	Despalme	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	27	Moderado
PS-21	Despalme	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-22	Despalme	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (1 año < RV < 10 años)	4	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	36	Moderado
CO-02	Cortes y excavaciones	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	1	56	Severo
CO-03	Cortes y excavaciones	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	39	Moderado
CO-04	Cortes y excavaciones	Calidad del suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	5	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	2	Simple	2	Indirecto (secundario)	2	Periódico	3	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	4	32	Moderado
CO-05	Cortes y excavaciones	Relieves	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	49	Moderado
CO-06	Cortes y excavaciones	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple		Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	44	Moderado
CO-07	Cortes y excavaciones	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-08	Cortes y excavaciones	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-09	Cortes y excavaciones	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-10	Cortes y excavaciones	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible
		Calidad Visual	Perjudicial (-)	1	Alta	4	Parcial	1	Inmediato	4	Temporal	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1		1		1	No Aplica	1	25	Moderado

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
CO-11	Cortes y excavaciones								(MO < 1 años)		(1 año < PS < 10 años)								Indirecto (secundario)		Irregular o aperiódico y discontinuo					
CO-12	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	35	Moderado
CO-13	Formación y compactación de terraplenes	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-14	Formación y compactación de terraplenes	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-15	Formación y compactación de terraplenes	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-16	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV > 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (1 año>MC>10 años)	1	23	Compatible
CO-17	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (PS < 1 año)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	20	Compatible
CO-18	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (PS < 1 año)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	20	Compatible
CO-19	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	Corto plazo (RV > 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	23	Compatible
CO-20	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-21	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-22	Revestimiento y colocación	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	37	Moderado

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
	de carpeta asfáltica																									
CO-23	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	59	Severo
CO-24	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	38	Moderado
CO-25	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	43	Moderado
CO-26	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-27	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	34	Moderado
CO-28	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-30	Construcción de obras de drenaje	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-31	Construcción de obras de drenaje	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	43	Moderado
CO-32	Construcción de obras de drenaje	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-33	Construcción de obras de drenaje	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-34	Construcción de obras de drenaje	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	22	Compatible
CO-35	Construcción de obras de drenaje	Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica (MC <1 año)	0	23	Compatible
			Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4		1	No aplica	0	20	Compatible

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
CO-36	Construcción de obras de drenaje	Empleo y activación económica							(MO < 1 años)		(PS < 1 año)										Irregular o aperiódico y discontinuo					
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	22	Compatible
OP-02	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	21	Compatible
OP-03	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano Plazo	2	39	Moderado
OP-06	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano Plazo (MC <1 año)	2	21	Compatible
OP-07	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	No Aplica	0	43	Moderado
OP-08	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible
OP-09	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-10	Programa de mantenimiento	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-11	Programa de mantenimiento	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica (MC <1 año)	0	17	Compatible

IV.2. Nombre del Proyecto Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto

Cuadro 2. Actividades que se desarrollan en la Región Ecológica

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Operación del camino preexistente (brecha/camino de terracería actual).	Fauna silvestre	Perturbación por ruido, riesgo de atropellamiento	Tipo: Directo y acumulativo (negativo). Duración: Permanente. Extensión: Local. Intensidad: Media, asociada a la fragmentación física preexistente). Efecto Directo e Inmediato: distribución dispar de Fauna y menos área de hábitat Efecto Indirecto: Modificación a mediano plazo en los patrones de desplazamiento y conectividad de la fauna hacia zonas más alejadas del eje del camino
	Suelo	generación constante de polvo/erosión lineal.	Tipo: Directo y acumulativo (negativo). Duración: Permanente. Extensión: Local. Intensidad: Media, asociada a la fragmentación física preexistente. Efecto Directo e Inmediato: Arrastre inmediato de finos y generación de surcos en el cuerpo del camino actual durante eventos de lluvia, debido a que el suelo de la terracería se encuentra constantemente expuesto a los agentes erosivos sin ninguna capa de rodamiento o protección.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
			Efecto Indirecto: Pérdida de la estabilidad de los taludes laterales a mediano plazo y azolvamiento de las obras de drenaje natural aguas abajo en la microcuenca, como consecuencia técnica de la acumulación de ese suelo erosionado que arrastra la brecha actual.
Actividades agrícolas y ganaderas (agricultura de temporal y pastoreo extensivo).	Suelo	Inducción de procesos erosivos	Tipo: Acumulativo e indirecto (negativo). Duración: Permanente. Extensión: Regional. Intensidad: Media-Alta, por el cambio de uso de suelo histórico de la región. Efecto Directo e Inmediato: Aceleración de los procesos de erosión hídrica superficial y pérdida de la capa fértil del suelo Efecto Indirecto: Aceleración de los procesos de erosión al combinarse las áreas desnudas de la agricultura con los taludes expuestos
	Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal nativa y fragmentación de hábitat	Tipo: Acumulativo e indirecto (negativo). Duración: Permanente. Extensión: Regional. Intensidad: Media-Alta, por el cambio de uso de suelo histórico de la región). Indicador de calidad: Superficie de cobertura forestal remanente. Efecto Directo e Inmediato: Pérdida irreversible de vegetación secundaria en el sitio

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
			Efecto Indirecto: Aumento de las zonas de agricultura y la combinación de las áreas desnudas de la agricultura
Extracción local de material pétreo (en distintos puntos del cauce del río).	Hidrología superficial y Dinámica fluvial	Alteración del cauce, modificación del transporte de sedimentos e incremento de turbidez en el agua.	Tipo: Acumulativo y sinérgico (negativo). Duración: Permanente Extensión: Local. Intensidad: Media. Efecto Directo e Inmediato: Incremento de la turbidez del agua en los puntos específicos de extracción Efecto Indirecto: Modificación de la dinámica de transporte de sedimentos y socavación aguas abajo en el tiempo, potenciada por las fosas de extracción pétrea ya existentes
Disposición inadecuada de residuos sólidos (Tiradero a cielo abierto con prácticas de quema regular).	Calidad del Aire y Suelo	Emisión de partículas (PM10, PM2.5) y gases de combustión; contaminación de suelo por lixiviados.	Tipo: Acumulativo y Sinérgico (negativo). Duración: Permanente Extensión: Local. Intensidad: Baja-Media. Efecto Directo e Inmediato: Emisión aditiva de gases de combustión y polvo en el frente de obra por la operación de los frentes de trabajo. Efecto Indirecto: Presión diferida en el tiempo sobre la calidad del aire regional al cruzarse las emisiones de la maquinaria con las columnas de humo de las quemas del tiradero.

IV.1. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
PS-01	Desmonte	Tipo de Suelo	32	Moderado	El impacto se manifiesta por la remoción de la capa orgánica y la exposición directa de un suelo de tipo litosol, el cual se caracteriza por su escasa profundidad y alta vulnerabilidad. Al retirar la cobertura vegetal, el suelo pierde su protección mecánica contra la erosión hídrica y eólica, facilitando la pérdida de los pocos nutrientes presentes y la degradación de la estructura edáfica en las áreas de intervención del proyecto	P1	**Conservación y manejo de la capa orgánica:** Despalme y almacenamiento del poco suelo orgánico en camellones (no mayores a 1.5 metros de altura) para protegerlo y reutilizarlo después en los taludes. **Periodicidad**: Continuo, ejecutándose antes de las actividades de desmonte y excavación en cada frente de obra. Mantenimiento de almacenes y barreras: Quincenal durante la temporada de lluvias **Plazo de ejecución**: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de suelo orgánico recuperado y resguardado en camellones (Meta: 100% del suelo apto en las áreas de desmonte). Altura de los camellones de almacenamiento (Meta:1.5m para evitar la pérdida de biota del suelo). Número de barreras físicas o geomallas instaladas en taludes expuestos. **Indicadores de Eficacia**: Ausencia de cárcavas o surcos de erosión severa en las áreas de intervención del proyecto. Porcentaje de suelo almacenado que conserva su viabilidad para su posterior uso en la restauración de taludes (Meta: 100%).
PS-02		Uso de Suelo	32	Moderado	El impacto consiste en la alteración de la aptitud del suelo debido a la eliminación de la cobertura forestal de pino-encino y encino para dar paso a actividades de infraestructura. Esto representa una transición de un estado de conservación y provisión de servicios ecosistémicos a un uso de suelo antrópico, lo que modifica de manera directa la dinámica de infiltración, el microclima local y la vocación original de los terrenos forestales afectados	M1	**Reforestación con plantas nativas:** Compensar la pérdida de las comunidades secundarias de bosque de pino-encino y encino en la Línea de Ceros, mediante la plantación de especies nativas para restituir los servicios ecosistémicos **Periodicidad**: Plantación anual (una vez) y Mantenimiento mensual **Plazo de ejecución**: Inicio construcción, y al menos 3 años de mantenimiento	**Indicadores de cumplimiento**: Hectáreas reforestadas; densidad mínima de 1,100 plantas por hectárea **Indicadores de Eficacia**: Porcentaje de sobrevivencia de al menos 80% de las plantas introducidas al término del primer y segundo año
PS-08		Microclima	26	Moderado	El impacto que se presenta por el retiro de la vegetación en áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.			
PS-10		Abundancia de la fauna	33	Moderado	La fauna silvestre es susceptible de perturbaciones al hábitat, debido a las actividades del proyecto, en específico al desmonte dado que el retiro de vegetación repercute de manera indirecta en la alteración del hábitat provocando el desplazamiento hacia zonas con menor perturbación. Este desplazamiento repercute a su vez en las cadenas tróficas, y en	P1	**Rescate y reubicación de Fauna**: Minimizar la mortalidad de fauna local por las actividades de desmonte y despalme, mediante la inducción del desplazamiento natural de especies con alta movilidad y la captura-reubicación dirigida de especímenes de lento movimiento (anfibios, reptiles y pequeños mamíferos), priorizando aquellos listados en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **Periodicidad**: Diario y continuo, estrictamente de forma previa al avance de la maquinaria en cada frente de	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de frentes de desmonte liberados y validados por el responsable ambiental antes del ingreso de maquinaria pesada (Meta: 100%). Bitácoras de campo y registros fotográficos/georreferenciados de los sitios de liberación autorizados (sitios con aptitud climática y de vegetación similar fuera del polígono de afectación) **Indicadores de eficacia**:
PS-11		Distribución de fauna	36	Moderado				

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
					disminución de zonas de alimentación y refugio		trabajo. Reubicación: Inmediata tras la captura de los ejemplares. **Plazo de ejecución**: Preparación del sitio y construcción del proyecto	Índice de supervivencia de ejemplares rescatados y reubicados (Meta: 95% de supervivencia durante la manipulación y traslado). Tasa de incidencia de fauna afectada o muerta por operaciones de maquinaria (Meta: 0 incidencias en especies bajo categoría de riesgo de la NOM-059).
PS-12		Abundancia de la vegetación	36	Moderado	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la abundancia de la flora en términos de remoción de individuos de distintas especies en los estratos arbóreo arbustivo y herbáceo. Así mismo, el despalme reduce la diversidad biológica e incentiva la dominancia de especies secundarias.	P1	**Rescate y reubicación de Flora**: Salvaguardar individuos de flora con valor ecológico o bajo categoría de riesgo (con énfasis en epífitas y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) presentes en la Línea de Ceros, mediante su extracción dirigida, mantenimiento temporal en vivero/rusticano y posterior reubicación **Periodicidad***: Rescate:* Continuo, ejecutándose obligatoriamente de forma previa a las cuadrillas de desmonte y avance de maquinaria. *Mantenimiento y riego:* Diario en el sitio de resguardo temporal **Plazo de ejecución**: Etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de frentes de obra inventariados y liberados para desmonte tras el retiro del componente botánico rescatable (Meta: 100%). Bitácoras de rescate con el registro taxonómico, cantidad de ejemplares por especie y coordenadas de procedencia **Indicadores de eficacia**: Porcentaje de supervivencia de los ejemplares rescatados durante su estancia en el área de resguardo temporal (Meta: 85% de sobrevivencia)
PS-13		Distribución de vegetación	36	Moderado				
PS-15		Calidad Visual	31	Moderado	El retiro de vegetación forestal repercute en la calidad visual del sitio ya que se ve modificada de manera negativa al eliminar elementos naturales del ambiente para la modernización del camino sobre todo en las áreas donde se mejorarán las curvas			
PS-16	Despalme	Tipo de Suelo	44	Moderado	El despalme provoca la pérdida de material edáfico, germoplasma y refugios para fauna silvestre (especialmente especies de lento desplazamiento). Esta remoción física de la capa superficial es el factor que impacta directamente en el cambio de uso de suelo, transformando áreas de vocación forestal, pastizales y asentamientos humanos en infraestructura de transporte. Dicha transición implica la pérdida de la capacidad biológica del terreno para dar paso a un eje troncal y seis gasas con revestimiento asfáltico.	P1	**Conservación y manejo de la capa orgánica:** Despalme y almacenamiento del poco suelo orgánico en camellones (no mayores a 1.5 metros de altura) para protegerlo y reutilizarlo después en los taludes. **Periodicidad**: Continuo, ejecutándose antes de las actividades de desmonte y excavación en cada frente de obra. Mantenimiento de almacenes y barreras: Quincenal durante la temporada de lluvias **Plazo de ejecución**: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de suelo orgánico recuperado y resguardado en camellones (Meta: 100% del suelo apto en las áreas de desmonte). Altura de los camellones de almacenamiento (Meta:1.5m para evitar la pérdida de biota del suelo). Número de barreras físicas o geomallas instaladas en taludes expuestos. **Indicadores de Eficacia**: Ausencia de cárcavas o surcos de erosión severa en las áreas de intervención del proyecto. Porcentaje de suelo almacenado que conserva su viabilidad para su posterior uso en la restauración de taludes (Meta: 100%).
PS-17		Uso de Suelo	60	Severo				
PS-18		Cauces	35	Moderado	La alteración de la dinámica lótica y la posible obstrucción de drenajes naturales debido al movimiento de tierras y desmonte cerca de escurrimientos. Al remover la vegetación en su margen y el suelo circundante, se incrementa el aporte de sedimentos hacia los cauces,	P1	**Protección de Cauces y Control de Sedimentación**. Mantener la continuidad de la dinámica del flujo de agua y prevenir la obstrucción o azolve de los escurrimientos naturales interceptados por la Línea de Ceros, mediante la instalación de obras de drenaje transversal, barreras de retención de sedimentos y la estabilización de márgenes.	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de cauces y escurrimientos protegidos con barreras de sedimentos (mallas anti-turbidez o pacas de paja) en los frentes de obra activos (Meta: 100%). 58 obras de drenaje transversal construidas y operativas conforme a las especificaciones de la sección hidráulica del proyecto

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
					modificando temporalmente la calidad del agua y la sección hidráulica. Los efectos pueden mitigarse mediante obras de drenaje y protección de márgenes para mantener el flujo hídrico		**Periodicidad:** Instalación de barreras y protección de márgenes: Previo al inicio de los movimientos de tierra cercanos a cualquier escurrimiento. Limpieza y desazolve de obras de drenaje y barreras: Semanal durante la temporada de lluvias y posterior a eventos de precipitación extraordinaria. **Plazo de ejecución**: Durante todas las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto	**Indicadores de eficacia**: Grado de obstrucción o azolve en los cauces intervenidos (0% de obstrucción o alteración del flujo hídrico natural). Ausencia de cárcavas o desprendimientos de material en las márgenes de los escurrimientos
PS-19		Recarga media	35	Moderado	El retiro de la cubierta superficial del suelo modifica las características físicas del mismo entre las que se incluye la capacidad de infiltración, por ende, la recarga a los mantos acuíferos se ve modificada de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio.			
PS-20		Calidad del aire	27	Moderado	El impacto se genera por la emisión de partículas suspendidas y polvo derivado de la remoción mecánica de la capa superficial del suelo y el movimiento de tierras. La intensidad se considera moderada debido a que las emisiones son temporales y localizadas al frente de trabajo; sin embargo, la presencia de vientos en zonas de bosque puede dispersar el material particulado. Los niveles de emisión pueden controlarse mediante riegos constantes y el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada para reducir la emisión de gases de combustión.	P1	**Control de Emisiones Atmosféricas y Mitigación de Polvos**.: Minimizar la generación de partículas suspendidas y gases de combustión derivados del movimiento de tierras y el tránsito de maquinaria pesada, con el fin de proteger la calidad del aire local y evitar afectaciones a la vegetación circundante **Periodicidad:** Riegos de atenuación: De 2 a 3 veces al día en frentes de trabajo y caminos de acceso no pavimentados (incrementando la frecuencia en temporada de estiaje y días de viento fuerte). Mantenimiento de maquinaria: Mensual conforme al calendario preventivo de los contratistas. Lona en camiones de volteo: Obligatorio en cada viaje de traslado de materiales. **Plazo de ejecución** Etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto	Indicadores de cumplimiento: Porcentaje de vehículos de transporte de material que circulan con caja de carga cubierta por lonas (Meta: 100%). Bitácoras diarias que registren el paso del camión cisterna (pipa de agua) en las zonas de excavación y terracerías. Indicadores de eficacia Ausencia de nubes de polvo persistentes que reduzcan la visibilidad a menos de 50 metros en los frentes de obra. Copia de los certificados de verificación ambiental o reportes de mantenimiento mecánico de los motores a diésel de la maquinaria pesada en sitio (Meta: 100% de la flota operativa regularizada)
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	36	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica aún más las características físicas del suelo.	P1	**Conservación y manejo de la capa orgánica:** Despalme y almacenamiento del poco suelo orgánico en camellones (no mayores a 1.5 metros de altura) para protegerlo y reutilizarlo después en los taludes. **Periodicidad**: Continuo, ejecutándose antes de las actividades de desmonte y excavación en cada frente de obra. Mantenimiento de almacenes y barreras: Quincenal durante la temporada de lluvias **Plazo de ejecución**: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de suelo orgánico recuperado y resguardado en camellones (Meta: 100% del suelo apto en las áreas de desmonte). Altura de los camellones de almacenamiento (Meta:1.5m para evitar la pérdida de biota del suelo). Número de barreras físicas o geomallas instaladas en taludes expuestos. **Indicadores de Eficacia**: Ausencia de cárcavas o surcos de erosión severa en las áreas de intervención del proyecto.
CO-02		Uso de Suelo	56	Severo	Esta actividad consolida el cambio de uso de suelo forestal eliminando permanentemente la posibilidad de regeneración del bosque de pino-encino en el eje del proyecto. La profundidad de las intervenciones rompe la continuidad del perfil edáfico, inhabilitando cualquier servicio ecosistémico previo de manera irreversible			

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
								Porcentaje de suelo almacenado que conserva su viabilidad para su posterior uso en la restauración de taludes (Meta: 100%).
CO-03		Procesos Erosivos	39	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica las características físicas del suelo y puede provocar incentivar la erosión eólica del suelo durante la etapa de construcción.	P1	**Control de Procesos Erosivos**. Prevenir y controlar la aceleración de la erosión eólica e hídrica en las áreas donde se realicen cortes y excavaciones, mediante la estabilización física inmediata de taludes, el acomodo de taludes conforme al ángulo de reposo natural del suelo y la aplicación de coberturas protectoras temporales. **Periodicidad de aplicación**: Perfilado y compactación de taludes: Inmediato al concluir los cortes en cada tramo del eje vial. Aplicación de cubiertas o barreras contra el viento: Continuo en zonas de acopio de material térreo y frentes expuestos. Inspección de estabilidad: Semanal y después de eventos meteorológicos significativos. **Plazo de ejecución**: Etapa de construcción del proyecto.	**Indicadores de Cumplimiento**: Porcentaje de frentes de corte perfilados y estabilizados mecánicamente conforme al diseño geométrico del proyecto (Meta: 100%). Extensión (en metros lineales o metros cuadrados) de taludes protegidos con obras mecánicas de conservación (como zampeados, hidrosiembra, mallas o peinado de taludes). Uso de lonas o humectación en los bancos temporales de almacenamiento de material excavado. **Indicadores de Eficacia**: Ausencia de desprendimientos de bloques, colapsos de talud o arrastre masivo de finos por acción del viento o escorrentías. Tasa de avance de cárcavas o surcos erosivos en los márgenes de la infraestructura (Meta: 0% de formación de nuevas cárcavas).
CO-04		Calidad del suelo	32	Moderado	El impacto se manifiesta a través de la pérdida definitiva de la fertilidad y la estructura del litosol, debido a la mezcla de horizontes y la compactación por maquinaria pesada. Al profundizar la excavación, se elimina la escasa biota edáfica y el banco de semillas del bosque de pino-encino y encino. Aunque la pérdida de calidad es total en el sitio, el área afectada es limitada y el impacto puede mitigarse mediante el manejo adecuado de los materiales excavados y la prevención de derrames de aceites o combustibles por parte del equipo mecánico.	P1	**Manejo Integral de Residuos**. Prevenir la degradación química y física de la calidad del suelo mediante la clasificación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final adecuada de todos los residuos sólidos y líquidos generados en los frentes de obra y campamentos. **Periodicidad de aplicación**: Recolección y clasificación de sólidos: Diaria en frentes de trabajo y campamentos. Limpieza y desecho de fosas/letrinas portátiles: Semanal o quincenal (según capacidad de uso). Retiro de residuos peligrosos (aceites y lubricantes): Mensual o al alcanzar el 80% de capacidad del almacén temporal. **Plazo de ejecución**: Durante todas las etapas de preparación del sitio, construcción y operación (mantenimiento de la vía) del proyecto.	**Indicadores de Cumplimiento**: Número de contenedores para residuos sólidos urbanos instalados y señalizados en frentes de obra y campamentos (Meta: 100% de cobertura). * Porcentaje de letrinas o sanitarios portátiles operativos y con contrato de mantenimiento vigente por empresa autorizada (Meta: 100%). Manifiestos de entrega, transporte y disposición final de residuos peligrosos (NOM-052-SEMARNAT-2005) emitidos por empresas autorizadas por SEMARNAT. **Indicadores de Eficacia:** Volumen (m^3 o kg) de residuos sólidos dispersos o acumulados de manera clandestina en el Derecho de Vía (Meta: 0%). * Número de reportes por descargas directas de aguas negras/grises o lixiviados sobre el suelo natural o zonas colindantes (Meta: 0 incidencias).
CO-05		Relieves	49	Moderado	Los cortes y excavaciones modifican de manera directa el relieve ya que es necesario realizar movimientos de tierra para estabilizar el relieve para la construcción del entronque	P1	**Conservación y manejo de la capa orgánica:** Despalme y almacenamiento del poco suelo orgánico en camellones (no mayores a 1.5 metros de altura) para protegerlo y reutilizarlo después en los taludes.	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de suelo orgánico recuperado y resguardado en camellones (Meta: 100% del suelo apto en las áreas de desmonte).

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
CO-06		Cauces	44	Moderado	Al realizar cortes profundos, existe el riesgo de interceptar escurrimientos o redirigir caudales hacia zonas no estabilizadas, lo que incrementa el arrastre de sedimentos y material pétreo hacia los cuerpos de agua. Aunque es una alteración física significativa, se prevé el control mediante obras de drenaje y la estabilización de taludes para mantener la continuidad hidrológica.		**Periodicidad**: Continuo, ejecutándose antes de las actividades de desmonte y excavación en cada frente de obra. Mantenimiento de almacenes y barreras: Quincenal durante la temporada de lluvias **Plazo de ejecución**: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto	Altura de los camellones de almacenamiento (Meta:1.5m para evitar la pérdida de biota del suelo). Número de barreras físicas o geomallas instaladas en taludes expuestos. **Indicadores de Eficacia**: Ausencia de cárcavas o surcos de erosión severa en las áreas de intervención del proyecto. Porcentaje de suelo almacenado que conserva su viabilidad para su posterior uso en la restauración de taludes (Meta: 100%).
CO-11		Calidad Visual	25	Moderado	Se presenta una alteración en la estética del paisaje debido a la ruptura de la continuidad cromática y textural del Bosque de Pino-Encino y Encino. La creación de taludes de corte expone el sustrato rocoso y el suelo desnudo, generando un contraste visual negativo con el entorno verde natural. La afectación es puntual y se limita a la visibilidad desde el derecho de vía, pudiendo suavizarse a largo plazo mediante la recuperación de la vegetación en los márgenes y el talud.	P1	**Buenas Prácticas Ambientales**. Controlar y minimizar la modificación permanente de las características físicas y la calidad del suelo natural, garantizando que la colocación de materiales ajenos (subbases, bases y carpeta asfáltica) se restrinja estrictamente al ancho de corona aprobado, protegiendo las zonas colindantes. **Periodicidad de aplicación**: Delimitación física (cercado/estacado) del Derecho de Vía: Previo al inicio de los movimientos de tierra. Supervisión del correcto tendido de materiales: Diaria, durante las fases de pavimentación. Retiro de materiales excedentes o sobrantes: Inmediato al término de cada tramo. **Plazo de ejecución**: Etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.	**Indicadores de Cumplimiento**: Porcentaje de frentes de obra debidamente estacados y delimitados conforme a la Línea de Ceros del proyecto ejecutivo (Meta: 100%). Registro en bitácora de la correcta disposición de materiales de construcción sobrantes o rechazos en los bancos de tiro autorizados. **Indicadores de Eficacia**: Área total m^2 de suelo natural fuera del Area del Proyecto compactada o alterada por invasión de maquinaria o materiales. Mantenimiento de las propiedades físicas del suelo colindante en el remanente forestal, verificando visualmente la ausencia de contaminación por lixiviación o dispersión de agregados pétreos.
CO-12	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	35	Moderado	De manera general estas actividades modifican de manera gradual las características físicas del suelo, la infiltración o recarga a los acuíferos, y por la colocación de materiales distintos al suelo natural se considera modificación a la calidad del suelo			
CO-22	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	37	Moderado	Esta actividad presenta parte de los impactos más significativos negativos por el desarrollo del proyecto, en primera instancia la colocación de carpeta asfáltica significa el completo aislamiento del suelo que se encuentra por debajo de todo el tramo carretero, ya que estará recubierto de revestimiento y	P1	**Buenas Prácticas Ambientales**. Mitigar el impacto severo a la calidad del suelo y los impactos moderados al agua superficial, suelo, recarga e inducción térmica (microclima), mediante el control estricto en la aplicación de la emulsión asfáltica, el confinamiento de materiales pétreos y la prevención de lavado de hidrocarburos por lluvias. **Periodicidad de aplicación**:	**Indicadores de Cumplimiento:** Porcentaje de tramos pavimentados que cuentan con cunetas o bermas provisionales de desvío pluvial antes de la aplicación del asfalto (Meta: 100%). Bitácoras de supervisión que certifiquen el confinamiento de agregados pétreos impregnados en el DDV sin invasión del ecosistema forestal adyacente.
CO-23		Calidad del Suelo	59	Severo				
CO-24		Calidad del agua superficial	38	Moderado				
CO-25		Recarga media	43	Moderado				

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
CO-27		Microclima	34	Moderado	carpeta asfáltica. Además de lo anterior, la colocación de carpeta asfáltica significa el completo aislamiento del suelo, el suelo se ve compactado y de manera indirecta se pierde la capacidad de infiltración de agua específicamente en todo el tramo modificado También, el microclima se ve modificado ya que el asfalto se calienta con la exposición al sol por lo que el tramo del proyecto aumentara la temperatura de manera puntual.		Inspección climática: Diaria (suspensión estricta del tendido de asfalto ante pronóstico de lluvia inminente). Control de temperatura y aplicación de emulsión: Continuo durante el riego de liga y tendido de carpeta. Limpieza de herramientas y maquinaria: Diaria, ejecutada únicamente en las zonas de exclusión impermeabilizadas del campamento. **Plazo de ejecución**: Etapa de construcción (subetapa de pavimentación).	Hojas de seguridad (FDS) en sitio de los aditivos y emulsiones asfálticas utilizadas **Indicadores de Eficacia:** Número de eventos de escurrimiento de asfalto líquido o emulsiones fuera de la corona del camino hacia el suelo natural o cauces superficiales (Meta: 0 eventos). Concentración de grasas y aceites en los muestreos puntuales de agua en los escurrimientos cruzados tras las primeras lluvias post-pavimentación (Meta: Ausencia visual de películas aceitosas e iridiscencias). Restablecimiento del flujo libre pluvial a través de las obras de drenaje transversal sin presencia de residuos asfálticos solidificados.
CO-31	Construcción de obras de drenaje	Cauces	43	Moderado	La construcción de obras de drenaje modifica las escorrentías que se presentan actualmente en el sitio ya que cambia ligeramente su curso.	P1	**Protección de Cauces y Control de Sedimentación**. Mantener la continuidad de la dinámica del flujo de agua y prevenir la obstrucción o azolve de los escurrimientos naturales interceptados por la Línea de Ceros, mediante la instalación de obras de drenaje transversal, barreras de retención de sedimentos y la estabilización de márgenes. **Periodicidad:** Instalación de barreras y protección de márgenes: Previo al inicio de los movimientos de tierra cercanos a cualquier escurrimiento. Limpieza y desazolve de obras de drenaje y barreras: Semanal durante la temporada de lluvias y posterior a eventos de precipitación extraordinaria. **Plazo de ejecución**: Durante todas las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto	**Indicadores de cumplimiento**: Porcentaje de cauces y escurrimientos protegidos con barreras de sedimentos (mallas anti turbidez o pacas de paja) en los frentes de obra activos (Meta: 100%). 58 obras de drenaje transversal construidas y operativas conforme a las especificaciones de la sección hidráulica del proyecto **Indicadores de eficacia**: Grado de obstrucción o azolve en los cauces intervenidos (0% de obstrucción o alteración del flujo hídrico natural). Ausencia de cárcavas o desprendimientos de material en las márgenes de los escurrimientos
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	39	Moderado	Durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de la fauna incluidas especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	M1	**Pasos de Fauna y Señalización Ambiental.** Minimizar la pérdida de abundancia de fauna silvestre por atropellamiento y reducir el efecto barrera provocado por el tránsito vehicular diurno y nocturno, garantizando la conectividad ecológica a lo largo de la infraestructura vial. **Periodicidad de aplicación**: Mantenimiento de señalización y reductores: Semestral. Limpieza y habilitación de pasos de fauna (obras de drenaje adaptadas): Previo a la temporada de lluvias y al inicio de la temporada seca. Monitoreo de atropellamientos: Mensual.	**Indicadores de Cumplimiento**: Porcentaje de señales viales de advertencia de cruce de fauna instaladas en los puntos críticos de conectividad identificados (Meta: 100%). Número de obras de drenaje transversal (ODT) adaptadas con banquetas de paso o rampas de acceso para permitir el tránsito de fauna en seco. Instalación de reductores de velocidad o bandas sonoras en zonas de alta actividad biológica. **Indicadores de Eficacia**: Índice de atropellamiento de fauna silvestre (número de individuos registrados por kilómetro/año), buscando una

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia		Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
							Plazo de ejecución: Etapa de operación y mantenimiento del proyecto (permanente).	tendencia hacia la baja en comparación con la línea base de operación. Registro de uso de los pasos de fauna y ODT adaptadas mediante el monitoreo indirecto (huellas en parcelas de arena o registros fotográficos).

IV.2. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas.

Con base en la modelación matricial de Leopold y Conesa (que arrojó un total de 69 impactos potenciales: 62 negativos y 7 positivos), se realizó el análisis de su interacción con la dinámica propia de la Región Ecológica (RE). A continuación, se presenta la síntesis de cómo las actividades del Proyecto se integran y modifican los componentes ambientales preexistentes:

De manera general, las condiciones en el Área del Proyecto (AP) y su Región Ecológica (RE) han sido modificadas históricamente por actividades antropogénicas independientes al proyecto, como la ganadería extensiva, la agricultura de subsistencia, la apertura de brechas y la extracción de material pétreo en el río Coicoyán. En caso de no ejecutarse el proyecto (escenario sin proyecto), el deterioro ambiental continuará de forma paulatina por dichas actividades locales.

En el escenario de ejecución del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación, las tendencias de alteración serían significativas. Las actividades de desmonte, despalme y movimiento de tierras generarían una pérdida importante de material edáfico, incrementando los procesos erosivos en el suelo de tipo Litosol y provocando el arrastre de sedimentos hacia los 13 escurrimientos intermitentes y el cauce del río Coicoyán. Asimismo, la vegetación secundaria de Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino en el AP y la RE registraría la mayor afectación por la remoción de arbolado y epífitas asociadas, lo que a su vez desplazaría a la fauna silvestre e incrementaría el riesgo de atropellamiento de especies protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, la vía general de comunicación ya se encuentra en operación desde hace más de 30 años, por lo que la fragmentación del ecosistema y la alteración de la dinámica lótica de las microcuencas Ahuejutla y San Martín Peras corresponden a un impacto asimilado por la resiliencia de la RE. Las obras proyectadas se constriñen a la adecuación sobre la infraestructura existente, afectando únicamente los márgenes de la vía y realizando rectificaciones de curvas necesarias para la seguridad vial.

Al analizar el escenario del proyecto con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se prevé la contención y corrección de los impactos temporales en componentes como suelo, vegetación, fauna, agua, calidad del aire y paisaje, permitiendo que el AP y la RE mantengan un estado funcional en términos ecológicos. Aunque persistirán impactos residuales e irreversibles inevitables propios de la obra civil tales como la alteración del relieve por cortes geométricos, el sellado permanente del suelo bajo la carpeta asfáltica y la reducción puntual de la recarga media del acuífero

Tlapa-Huamuxtitlán, estos serán compensados mediante los programas de rescate, reubicación y restauración ambiental.

Por otro lado, el proyecto generará un impacto positivo y permanente en el componente socioeconómico del municipio de San Martín Peras. Al mejorar la conectividad vial de la región, se reducirán en un 20% los tiempos de traslado, facilitando el acceso a servicios básicos de salud y educación, impulsando el comercio local y mejorando la infraestructura vial estatal y municipal en una zona catalogada con un Grado de Marginación Muy Alto.

IV.3. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.

La delimitación del Área de Influencia (AI) no responde a criterios geométricos arbitrarios ni a buffers uniformes desvinculados de la realidad territorial. Por el contrario, se definió como un polígono envolvente asimétrico y dinámico, derivado directamente de la extensión espacial, intensidad físico-química y dirección vectorial de los efectos residuales moderados y severos identificados mediante las matrices Conesa y Leopold.

Para asegurar la congruencia escalar con la Región Ecológica (RE) y las particularidades de la modernización del camino, se aplicaron cuatro criterios técnicos de demarcación:

Criterio Físico-Mecánico (Línea de Ceros - Alta Intensidad)

Definido para delimitar los impactos directos, inmediatos y de magnitud severa sobre los componentes abióticos y estructurales: Desmonte (PS-01, PS-12), Despalme (PS-16) y Cortes y excavaciones (CO-01, CO-02). El límite del AI en este componente se ciñe estrictamente a la franja de afectación directa de la obra (Línea de Ceros), la cual integra el ancho de corona y la geometría variable de los taludes de corte y terraplén. Este polígono técnico delimita cartográficamente la pérdida irreversible de la vocación del suelo por el cambio de uso de suelo en el bosque de pino-encino (*Pinus* spp. y *Quercus* spp.) y la remoción mecánica de la capa orgánica del litosol.

Criterio Atmosférico y Acústico (Franja de Amortiguamiento - Extensión Local)

Establecido con base en los modelos de dispersión de contaminantes del aire (PS-20) y la propagación de los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular diurno y nocturno (OP-05). La topografía accidentada y la densidad del dosel forestal de la Región Ecológica actúan como barreras naturales de atenuación geométrica y rugosidad aerodinámica.

Bajo estas condiciones, se determinó un límite de influencia lateral de 100 metros a partir del eje central del camino. Los modelos micrometeorológicos indican que a esta distancia física, las concentraciones de partículas suspendidas y las emisiones acústicas de la

maquinaria pesada disminuyen hasta estabilizarse en los umbrales de la línea base ambiental. Asimismo, este límite intercepta lateralmente el área de interacción sinérgica con las plumas de dispersión térmica y gaseosa provenientes de las quemas recurrentes en el tiradero local.

Criterio Hidrológico-Dinámico (Largo Alcance - Cuenca Hidrográfica)

Diseñado para evaluar el transporte de masa y contaminantes en los impactos PS-18 y CO-06 (Cauces). El AI se extendió siguiendo la dinámica lótica y el gradiente hidráulico de los escurrimientos superficiales interceptados por el trazo. La delimitación se prolongó aguas abajo hasta un límite de 500 metros lineales a partir de los puntos de cruce de las obras de drenaje proyectadas (CO-31).

Esta distancia longitudinal corresponde al tramo crítico de transporte hidráulico donde, de acuerdo con las ecuaciones de balance de masa y transporte de sedimentos, la velocidad del flujo decrece lo suficiente para permitir la deposición natural de las fracciones de suelo erosionadas. Esto garantiza de manera matemática que el incremento de la turbidez y la carga de Sólidos Suspendidos Totales no interactúen ni se sumen sinérgicamente con los procesos de remoción de masa activos en las fosas de extracción de material pétreo existentes en el río de la región.

Criterio Biótico (Zonas de Desplazamiento y Borde)

Orientado por los impactos de fragmentación, efecto de borde y perturbación del hábitat de la fauna silvestre (PS-10 y PS-11). El límite se extendió de forma homogénea hacia el interior de la masa forestal remanente colindante. Este espacio geográfico integra las rutas de evacuación por gradiente de perturbación, las zonas de refugio temporal y los corredores micro-locales de dispersión para los cuatro grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) registrados durante los muestreos estacionales del proyecto, previniendo el aislamiento poblacional.

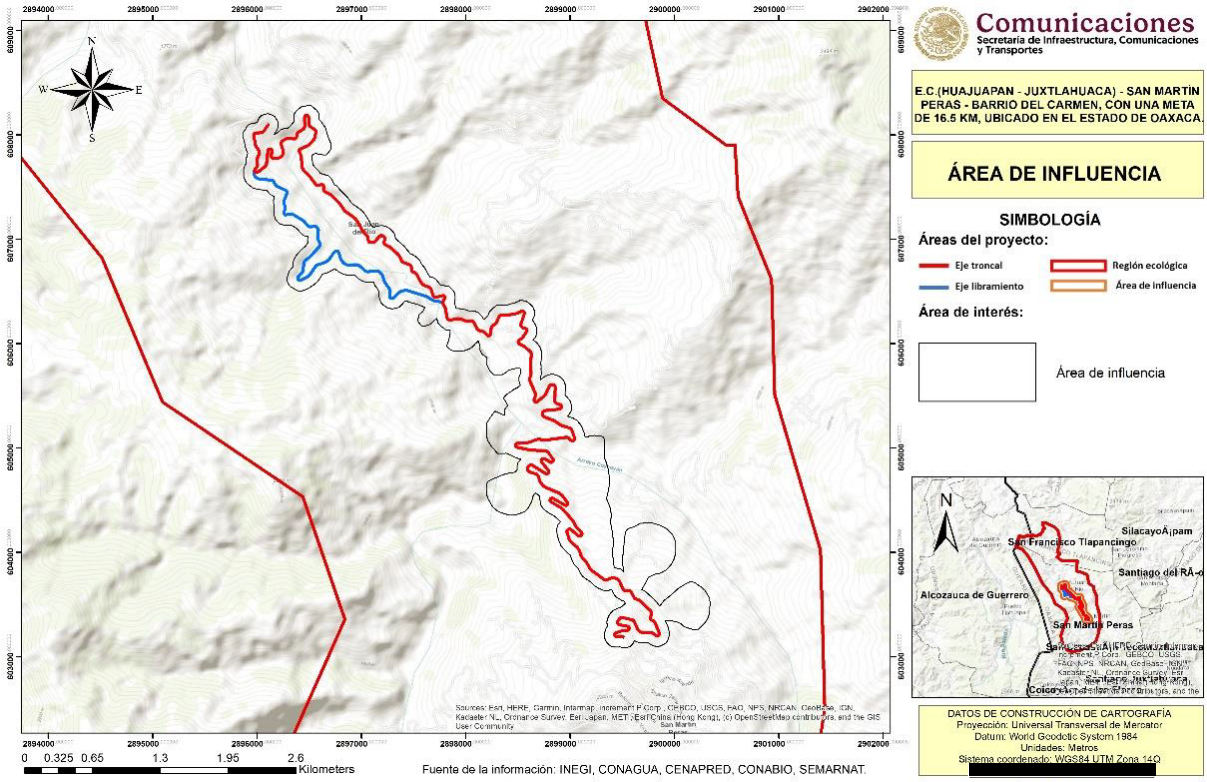
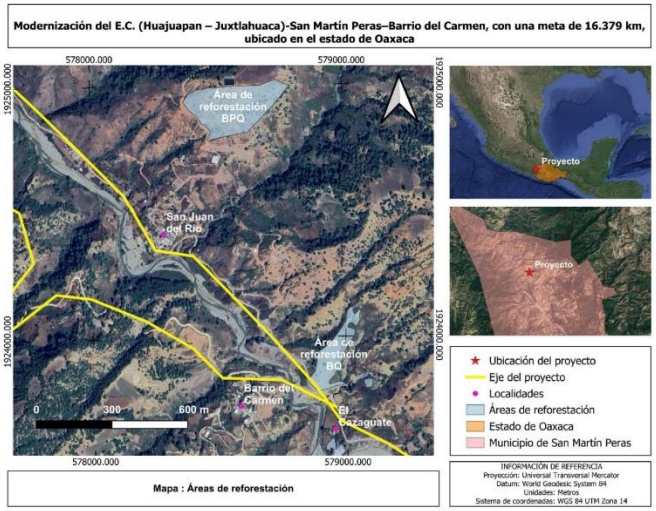


Figura 1. AI delimitado considerando los impactos ambientales

IV.4. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
Reforestación: consiste en el diseño y ejecución de un plan técnico enfocado en mitigar la pérdida de cobertura vegetal e impactos asociados al desmonte y despalme de terrenos forestales dentro del polígono del proyecto. El objetivo principal es desarrollar e implementar un plan integral para mitigar el impacto en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, promoviendo la recuperación biológica y la conservación de la flora nativa y protegida; para ello, se prioriza la propagación, manejo y establecimiento de especies arbóreas nativas de los ecosistemas afectados, con especial énfasis en aquellas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, organismos endémicos, de distribución restringida o con alta representatividad estructural en el sitio frente a la región ecológica. El alcance operativo del plan es integral y abarca toda la cadena de custodia forestal, contemplando de forma secuencial desde la fase inicial en vivero (producción de planta) y la logística de traslado, hasta las actividades en sitio que incluyen la	 **Coordenadas del área propuesta de reforestación** Tipo de vegetación / ID / X / Y Bosque de pino-encino: 0 578517 1924795; 1 578611 1924812; 2 578621 1924812; 3 578724 1924916; 4 578791 1924997; 5 578734 1925022; 6 578673 1924999; 7 578645 1924999; 8 578549 1924997	El programa fundamenta su verificación en el indicador cuantitativo de Sobrevivencia Forestal (S), el cual mide mensualmente la proporción de individuos vivos respecto a los plantados mediante la fórmula $\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Individuos vivos despues del trasplante}}{\text{Individuos trasplantados}} \times 100$ La meta mínima de cumplimiento está fijada en un 80% de sobrevivencia; en caso de que el monitoreo arroje un porcentaje menor, se activará un plan de contingencia inmediato que contempla auditar la metodología en campo e implementar medidas de emergencia, como la reproducción por esquejes de las especies afectadas (priorizando las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas) para asegurar la restitución de la densidad forestal. Cualitativamente, se evaluará el Vigor de la Planta clasificando el arbolado en tres categorías: *Excelente* (ejemplares con porte, altura y diámetro superiores al promedio y buena conformación), *Vigor Normal* (individuos con características comunes a la mayoría de la plantación) y *Raquítico* (ejemplares suprimidos, con desarrollo muy

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación				Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
preparación de suelo, plantación formal, obras de protección (cercado), mantenimiento crítico (deshierbe) y replante de ejemplares. Estas acciones están técnicamente diseñadas para corregir desviaciones en la densidad vegetal, controlar factores de perturbación externos y asegurar la restitución formal de las funciones ecosistémicas y la biodiversidad local del área impactada. La periodicidad de implementación se distribuye de manera estratégica a lo largo de un ciclo anual dividido en 12 periodos mensuales, programando de forma consecutiva la producción, el transporte, las jornadas de reforestación, los deshierbes y el monitoreo de indicadores. Por su parte, el plazo de ejecución total para el desarrollo, ejecución e instrumentación de estas fases operativas iniciales está proyectado para una duración estricta de 12 meses (1 año) conforme a su cronograma de 9 actividades específicas, quedando sujeto a las extensiones de mediano y largo plazo que determinen las condicionantes de la autorización ambiental para el mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia		9	578529	1924995	por debajo del nivel general o próximos a morir). Este parámetro permite calificar el grado de adaptación biológica y la respuesta fisiológica de los ejemplares de bosque de pino-encino y encino introducidos en las áreas aledañas al proyecto. Finalmente, el Estado Fitosanitario determinará la proporción de árboles sanos (aquellos con ausencia total de plagas o enfermedades en sus estructuras) mediante una escala de afectación de nueve factores. Esta matriz tipifica los daños en campo causados por factores antrópicos (daño humano, pastoreo/ramoneo), eventos abióticos (incendios, viento), vectores biológicos (insectos barrenadores/defoliadores, roedores, enfermedades fúngicas) u otros agentes no identificados; facilitando la detección temprana de patógenos y la aplicación oportuna de tratamientos de sanidad forestal
		10	578500	1924992	
		11	578474	1924994	
		12	578424	1924984	
		13	578389	1924968	
		14	578369	1924938	
		15	578380	1924922	
		16	578389	1924907	
		17	578423	1924880	
		18	578442	1924850	
		19	578456	1924844	
		20	578477	1924819	
		21	578461	1924783	
		22	578517	1924795	
	Bosque de encino	0	578850	1923831	
		1	578855	1923814	
		2	578862	1923807	
		3	578867	1923801	
		4	578879	1923792	
		5	578888	1923789	
		6	578897	1923787	
		7	578916	1923789	
		8	578928	1923794	
		9	578943	1923799	
		10	578969	1923807	
		11	578987	1923808	
		12	578995	1923819	
		13	578996	1923811	
		14	578982	1923821	
		15	578960	1923820	
		16	578938	1923813	
		17	578933	1923812	

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación			Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
	18	578931	1923823	
	19	578938	1923832	
	20	578953	1923848	
	21	578959	1923862	
	22	578974	1923877	
	23	578982	1923901	
	24	578987	1923913	
	25	578986	1923925	
	26	579036	1924009	
	27	579037	1924024	
	28	579024	1924033	
	29	579015	1924033	
	30	579007	1924037	
	31	579015	1924052	
	32	579026	1924053	
	33	579037	1924043	
	34	579043	1924040	
	35	579057	1924062	
	36	579056	1924079	
	37	579058	1924094	
	38	579060	1924099	
	39	579059	1924109	
	40	579042	1924093	
	41	579038	1924086	
	42	579031	1924095	
	43	579028	1924120	
	44	579018	1924113	
	45	579007	1924102	
	46	579003	1924072	
	47	579001	1924060	
	48	578952	1923991	
	49	578935	1923974	

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación				Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
		50	578917	1923958	
		51	578895	1923944	
		52	578884	1923928	
		53	578884	1923903	
		54	578880	1923885	
		55	578879	1923869	
		56	578850	1923831	

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO 1. DESCRIPCION

CAPÍTULO I.

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

CONTENIDO

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
I.1.1. Nombre del Proyecto 1

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 1
I.2.1. Nombre o razón social 1
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 1
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente 1
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 2

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.3.1. Nombre o razón social 2
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP 2
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 2
I.3.1. Colaboradores en la elaboración del estudio 2
I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio 2

I.4. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 3
I.4.1. Nombre o razón social 3
I.4.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 3
I.4.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente 3
I.4.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 3

I.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO 3
I.5.1. Entidad federativa. 3
I.5.2. Municipio. 4

I.6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS 2
I.6.1. Naturaleza del proyecto 2
I.6.1. Justificación del proyecto 3
I.6.2. Superficies del proyecto y uso actual del suelo 4
I.6.3. Vegetación en el área del proyecto 9
I.6.4. Obras de drenaje 17
I.6.5. Datos del sector 49
I.6.6. Inversión requerida para la obra 49
I.6.7. Inversión requerida propuesta para las medidas de mitigación 50
I.6.8. Programa de trabajo 50
I.6.9. Preparación del sitio 1

I.6.10. Etapa de construcción 4
I.6.11. Operación y mantenimiento 31
I.6.12. Etapa de abandono del sitio 33
I.6.13. Generación, manejo y disposición de residuos 33
I.6.14. Generación de gases de efecto invernadero 36
I.6.1. Consumo de energía eléctrica y agua 39

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del Proyecto 4
Figura 2. Microlocalización del Proyecto 5
Figura 3.- Sección tipo 7
Figura 4.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén 8
Figura 5.- Ocupación de la Línea de Ceros del Proyecto 9
Figura 6.- Uso de suelo y vegetación según INEGI 10
Figura 7.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo 12
Figura 8.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo 13
Figura 9.- Polígonos forestales 1 15
Figura 10.- Polígonos forestales 2 15
Figura 11.- Polígonos forestales 3 16
Figura 12.- Polígonos forestales 4 16
Figura 13.- Puentes del proyecto 17
Figura 14. Sección trasversal de los puentes de 9 m de ancho 18
Figura 15. Sección trasversal de los puentes de 10 m de ancho 19
Figura 16. Vista de la super estructura del puente 41+700 23
Figura 17. Planta general del puente 41+700 23
Figura 18. Perfil del puente 41+700 24
Figura 19. Vista de la super estructura del puente 43+900 24
Figura 20. Planta general del puente 43+900 25
Figura 21. Perfil del puente 43+900 25
Figura 22. Vista de la super estructura del puente 45+460 26
Figura 23. Planta general del puente 45+460 26
Figura 24. Perfil del puente 45+460 27
Figura 25. Vista de la super estructura del puente 45+980 27
Figura 26. Planta general del puente 45+980 28
Figura 27. Perfil del puente 45+980 28
Figura 28. Planta general del puente 47+600 29
Figura 29. Perfil del puente 47+600 29
Figura 30. Vista de la super estructura del puente 47+600 30
Figura 31. Vista de la super estructura del puente 100+600 30
Figura 32. Planta general del puente 100+600 31
Figura 33. Perfil del puente 100+600 31

Figura 34. Esquema de la delimitación de Zona Federal 33
Figura 35. Regiones del Atlas Nacional de Riesgos por inundación..... 34
Figura 36. Zona Federal (2017) para la región sureste disponible en el Atlas Nacional de Riesgos por Inundación..... 34
Figura 37.NADI de cada puente el cual se usó de base para el cálculo de la zona federal..... 35
Figura 38. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 41+700 35
Figura 39. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 43+900 36
Figura 40. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 45+460 36
Figura 41. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 45+980 37
Figura 42. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 47+600 37
Figura 43. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 100+600 38
Figura 44. Superficie de la zona federal..... 38
Figura 45.- Localización de las obras de drenaje 41
Figura 46. Interacción de las obras complementarias a lo largo de un camino. 42
Figura 47. Figura ilustrativa de los trabajos de nivelación 18
Figura 48. Perfil y profundidad de la de cimentación del puente 18
Figura 49. Figura ilustrativa de los trabajos de excavación 19
Figura 50. Figura ilustrativa la construcción de la plantilla..... 19
Figura 51. Figura ilustrativa de construcción de zapatas 20
Figura 52. Figura ilustrativa de la construcción de los muros de los estribos..... 20
Figura 53. Figura ilustrativa de la construcción de los muros de los estribos en vista lateral..... 20
Figura 54. Figura ilustrativa de la construcción de cabezales 21
Figura 55. Figura ilustrativa de la construcción de la sub estructura 21
Figura 56. Figura ilustrativa de la construcción de la sub estructura, vista lateral 22
Figura 57. Figura ilustrativa de la colocación de las juntas de neopreno..... 22
Figura 58. Figura ilustrativa de la colocación de las juntas de neopreno vista lateral..... 22
Figura 59. Figura ilustrativa del montaje de las trabes 23
Figura 60. Figura ilustrativa del apuntalaje en los cabezales..... 23
Figura 61. Figura ilustrativa del apuntalaje en los cabezales vista lateral 23
Figura 62. Figura ilustrativa del colado de la losa 24
Figura 63. Figura ilustrativa de la construcción de terraplenas en las zonas de acceso 24
Figura 64. Figura ilustrativa del armado de la losa y guarniciones..... 25
Figura 65. Figura ilustrativa del armado de la losa y guarniciones vista lateral 25
Figura 66. Figura ilustrativa colocación de las juntas..... 26
Figura 67. Diseño de cuentas..... 27
Figura 68. Diseño de bordillos 28
Figura 69. Diseño de lavaderos..... 28
Figura 70. Diseño de contracuentas 29

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del Proyecto

Para la realización de obras y actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA se establece la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ante la SEMARNAT, en este caso se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional del

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes Centro SICT Oaxaca

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SCT051121IB4

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente

Ing. Gilberto Hernández Morales

Director General del Centro SICT Oaxaca

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

Carretera Cristóbal Colón km. 6.5 Tramo Oaxaca – Tehuantepec, Col. del Bosque, C.P. 71244, Oaxaca, Oaxaca.

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

I.3.1. Nombre o razón social

GRUPO CORPOSIIA

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

GCO170124JU5

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

M. en C. de la Sostenibilidad Alida Velázquez

I.3.1. Colaboradores en la elaboración del estudio

Biól. Roció Ramírez Barrios

Biol. Paulina Tellez

Biól. Ricardo Palacios Aguilar

Biól. Oscar Tapia Pérez

Biol. Armando Molina

I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio

Calle Lourdes Garza No. 8628, Colonia Lázaro Cárdenas, CP.31063, Chihuahua, Chihuahua.

I.4. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.4.1. Nombre o razón social

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes Centro SICT Oaxaca

I.4.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SCT051121IB4

I.4.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente

Ing. Gilberto Hernández Morales

Director General del Centro SICT Oaxaca

I.4.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Carretera Cristóbal Colón km. 6.5 Tramo Oaxaca – Tehuantepec, Col. del Bosque, C.P. 71244, Oaxaca, Oaxaca.

I.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO

En las siguientes figuras se presenta la macro y microlocalización del Proyecto. Así mismo se señala que todos los mapas que se muestran en la presente MIA son anexados en formato impreso en tamaño doble carta y en formato digital.

I.5.1. Entidad federativa.

El proyecto se encuentra en el estado de Oaxaca el cual se sitúa en la región suroeste, limita al norte con Puebla y Veracruz, al este con Chiapas, al sur con el océano Pacífico y al oeste con Guerrero.

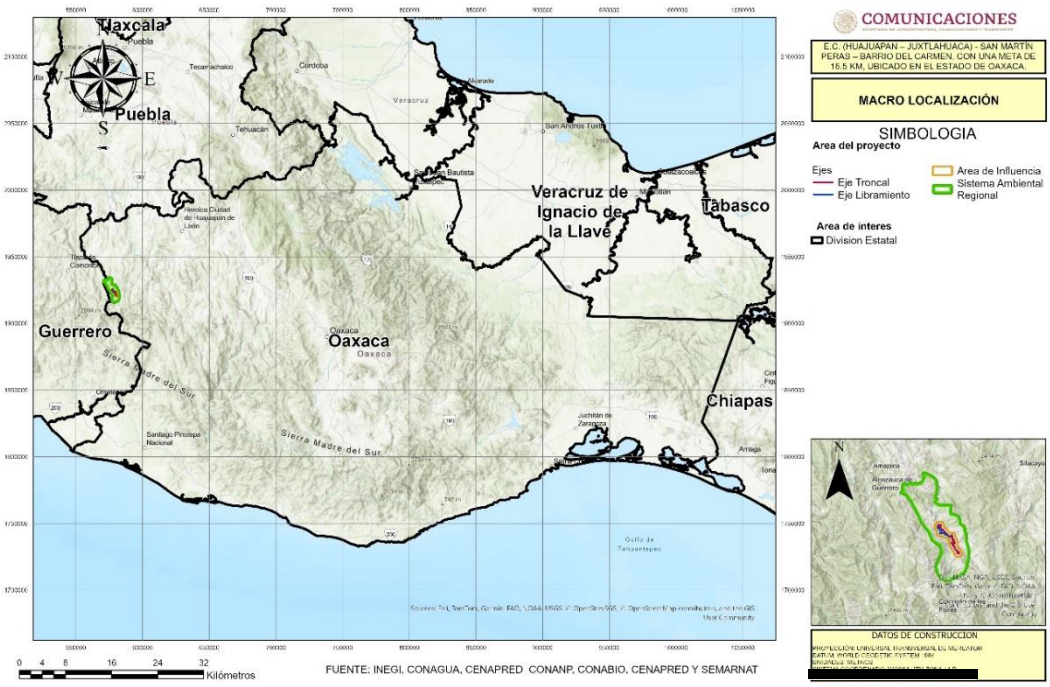


Figura 1. Macrolocalización del Proyecto

I.5.2. Municipio.

El proyecto se localiza en el municipio de San Martín Peras, una de las 570 demarcaciones del estado de Oaxaca y parte del distrito de Juxtlahuaca. Su territorio limita al norte con Silacayoápam y San Francisco Tlapancingo; al este con San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; y al oeste con el municipio de Alcozauca, en el estado de Guerrero.

Administrativamente, el municipio cuya cabecera es la localidad homónima se integra por agencias municipales, de policía, colonias, rancherías y núcleos rurales. De acuerdo con el censo de 2020, San Martín Peras cuenta con 59 localidades, entre las cuales destacan Ahuejutla, La Escopeta y San Miguel Peras por su categoría de Agencias Municipales.

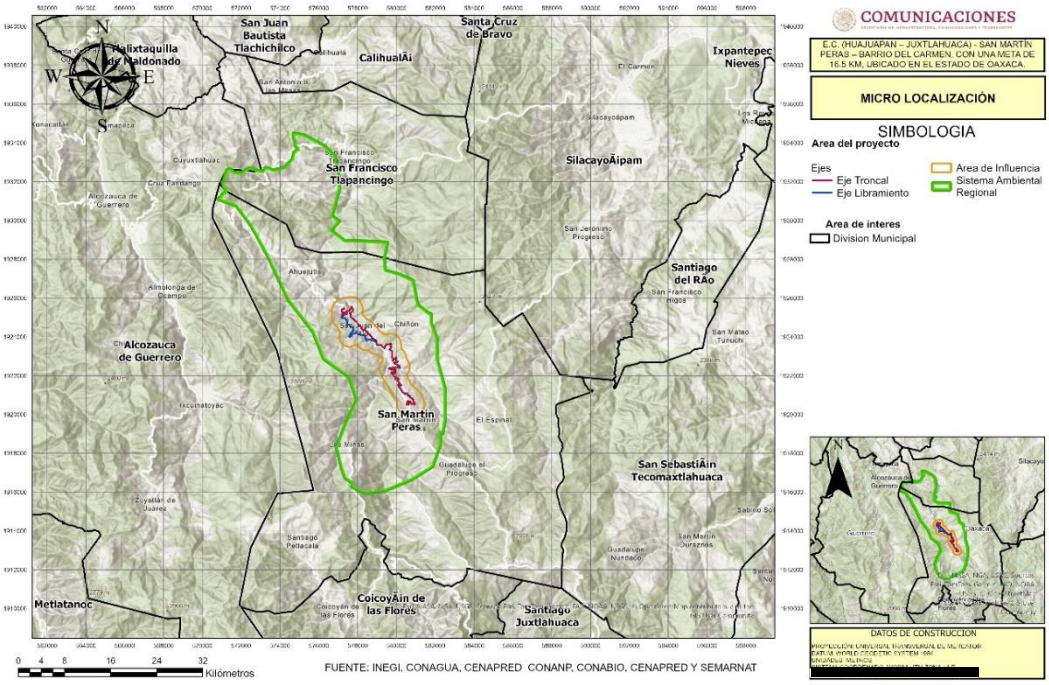


Figura 2. Microlocalización del Proyecto

Cuadro 1. Coordenadas cada 250 m del eje troncal

Estacion	X	Y
36+400	580612.926	1920508.56
36+650	580651.101	1920578.25
36+900	580620.652	1920694.29
37+150	580800.546	1920553.28
37+400	580921.802	1920610.67
37+650	580815.936	1920811.95
37+900	580633.111	1920956.22
38+150	580454.741	1921062.14
38+400	580272.831	1921222.51
38+650	580132.89	1921424.39
38+900	580181.944	1921502.75
39+150	580124.534	1921660.71
39+400	579937.937	1921823.15
39+650	580090.674	1921822.92

Estacion	X	Y
39+900	579890.453	1921963.02
40+150	579724.513	1922130.75
40+400	579913.309	1922092.55
40+650	579932.238	1922207.01
40+900	579817.83	1922316.66
41+150	579630.462	1922390.05
41+400	579875.048	1922418.6
41+650	580121.419	1922428.33
41+900	580081.451	1922543.06
42+150	579874.566	1922667.4
42+400	580036.048	1922753.93
42+650	579955.115	1922936.84
42+900	579799.205	1922806.63
43+150	579773.583	1923040.89

Estacion	X	Y
43+400	579756.367	1923279.75
43+650	579736.144	1923447.6
43+900	579711.759	1923651.99
44+150	579477.783	1923597.27
44+400	579347.445	1923447.76
44+650	579156.058	1923574.34
44+900	578974.835	1923667.01
45+150	578879.179	1923804.51
45+400	578725.055	1923981.51
45+650	578569.203	1924150.02
45+900	578400.435	1924326.99
46+150	578250.42	1924352.88
46+400	578130.076	1924566.72

Estacion	X	Y
46+650	577957.843	1924743.9
46+900	577797.21	1924905.97
47+150	577629.281	1925069.26
47+400	577669.386	1925275.64
47+650	577717.107	1925462.92
47+900	577658.359	1925460.97
48+150	577468.846	1925347.84
48+400	577374.263	1925171.39
48+650	577291.433	1925155.74
48+900	577199.059	1925102.44
49+150	577178.027	1925338.73
49+340	577276.614	1925444.28

Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje ramal

Estacion	X	Y
100+000	578956.617	1923720.79
100+250	578742.155	1923831.21
100+500	578509.971	1923841.63
100+750	578394.785	1923960.4
101+000	578212.759	1924070.04
101+250	577994.604	1924162.49
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

I.6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.6.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que comunica a las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón con la troncal. Es fundamental destacar que la modernización de este camino parte de la cabecera municipal de San Martín Peras y comprende una longitud total de 16.379 km de intervención, abarcando ambas rutas dentro del municipio ubicado en el estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte del Programa Nacional General Lázaro Cárdenas del Río, impulsado por el Gobierno Federal, el cual consiste en trabajar integralmente en la región del Balsas, contemplando a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla, Morelos y el Estado de México. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km, como se muestra a continuación:

Cuadro 3. Caminos que confirman el proyecto

Eje	Estacion de inicio	Estacion de fin	Longitud
Troncal	36+400	49+340	12.940 km
Ramal	100+000	103+349	3.439 km
Total			**16.379 km**

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona graves dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, aunque el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35 metros, esta superficie de terracería no presenta la pendiente ni el tipo de curvas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro. Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, la pavimentación de toda la longitud del camino y se ajustará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

I.6.1. Justificación del proyecto

La modernización del camino en el municipio de San Martín Peras se fundamenta en los ejes de Bienestar y Desarrollo Económico del Plan Nacional de Desarrollo, el cual dispone el fortalecimiento de una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible e incluyente. Este proyecto se integra estratégicamente como parte del Plan General Lázaro Cárdenas del Río, un programa diseñado para reducir la pobreza y el rezago social en zonas rurales mediante un enfoque territorial e intercultural. Específicamente, la obra se inscribe en el rubro de Conservación de Carreteras Federales y Estatales en el estado de Oaxaca, atendiendo a la región prioritaria de la Cuenca del Río Balsas.

Actualmente, la infraestructura vial presenta deficiencias críticas que se agravan durante la temporada de lluvias, provocando derrumbes y arrastre de material que afectan el libre tránsito. Esta situación limita severamente el flujo de bienes y servicios hacia los distintos ranchos y localidades, aislando a los pobladores y frenando su desarrollo social. La modernización del camino permitirá dar continuidad a la comunicación terrestre, garantizando una forma de conexión permanente que incida en una mejora sustancial de la calidad de vida, otorgue mayor seguridad a los usuarios y reduzca significativamente los tiempos de recorrido.

Más allá de la mejora en la conectividad física, esta acción estratégica actúa como un catalizador del desarrollo social y económico local al facilitar el acceso a servicios esenciales y fomentar la inclusión. El proyecto no se limita a la obra civil, sino que incorpora un enfoque integral de sostenibilidad ambiental. Para ello, se implementarán medidas y programas exhaustivos

destinados a controlar, prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo de la infraestructura. De este modo, se busca un equilibrio armonioso entre el progreso regional y la preservación del ecosistema, asegurando que la modernización se ejecute con responsabilidad y respeto al medio ambiente.

I.6.2. Superficies del proyecto y uso actual del suelo

A continuación, se muestran las especificaciones geométricas del proyecto:

Cuadro 4. Características generales del camino actual y del proyecto

Elemento	Troncal	Ramal
Camino tipo	D	D
Inicio	36+400	100+000
Fin	49+340	103+439
Longitud	12,940	3,439
Ancho de derecho de vía (m)	40	40
Ancho línea de ceros (m)	15.8347	17.8002
Ancho de corona (m)	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7
Número de carriles	2	2
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5
Superficie del derecho de vía (m2)	51.223	13.9904
superficie línea de ceros (m2)	20.49005	6.1215
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	20.49005	6.1215

I.6.2.1. Derecho de vía

Cabe señalar que el Derecho de Vía, corresponde a la superficie total del predio, como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea únicamente la línea de ceros, ya que fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 18 000 metros, es importante mencionar que la superficie del derecho de vía **NO corresponde** a la multiplicación largo del camino por la amplitud del derecho de vía, ya que el eje presenta curvas, las cuales afectan la superficie calculada a partir del buffer antes mencionado tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Características de largo y amplitud de eje

Elemento	Troncal	Ramal
Largo (m)	12,940	3,439
Amplitud (m)	20	20

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 65.2134 ha.

Cuadro 6. Superficie del Derecho de Vía

Derecho de vía	Superficie (ha)
Troncal	51.223
Ramal	13.9904
Total	65.2134

I.6.2.2. Superficie del camino actual

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 7. *Coordenadas del proyecto*

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	36+400	49+340	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Ramal	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **13.3490 ha**, con una longitud de 15.9 km y una amplitud promedio de 8.35 metros.

Cuadro 8. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente (m)	Ancho del camino existente (m)	Superficie del camino actual (ha)
15,980	8.35	13.3490

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino. A continuación, se determinó que dicha área es de **6.0253 ha**; lo que representa que de las 13.3490 ha que ocupa el camino actual, 6.0253 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (7.32.37 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto

Longitud del camino existente (m) (1)	Ancho de camino existente (m) (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (4)	Superficie total del camino actual (ha) (3+4)
15,980	8.35	**6.0253**	7.3237	13.349

I.6.2.3. Superficie del proyecto

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 10.- *Dimensiones del proyecto*

Especificaciones geométricas	Troncal	Ramal	Total
Camino tipo	D	D	**D**
Longitud total (m)	12,940	3,439	**16,379**
Ancho de corona (m)	7	7	**7**
Ancho de calzada (m)	7	7	**7**
Ancho de línea de ceros promedio (m)	13.83	13.83	**16.347**
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	20.4900	6.1215	**26.6115**

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha. Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).

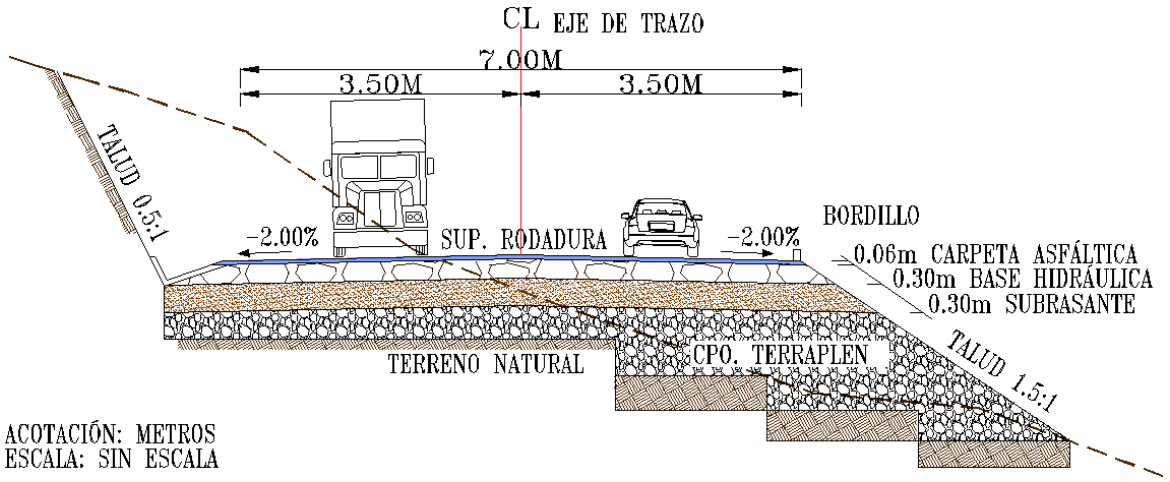


Figura 3.- Sección tipo

Cuadro 11.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Ramal	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**	**26.6115 %**

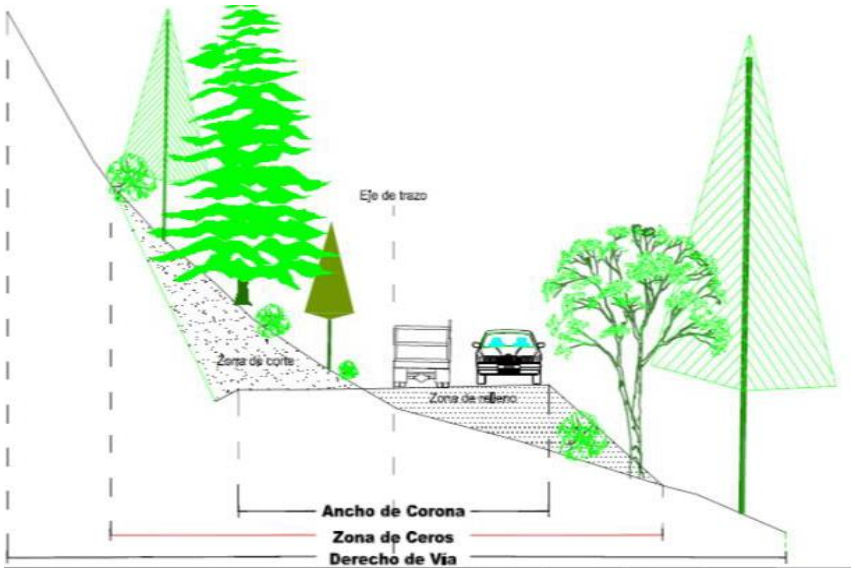


Figura 4.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 12.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

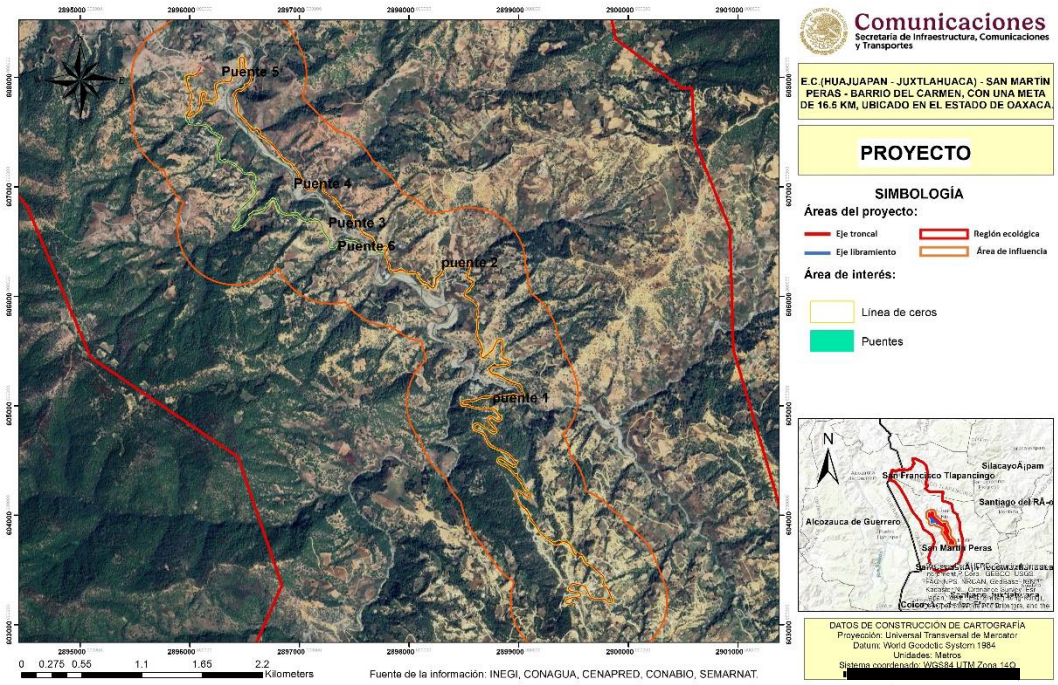


Figura 5.- Ocupación de la Línea de Ceros del Proyecto

I.6.3. Vegetación en el área del proyecto

I.6.3.1. Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 1.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

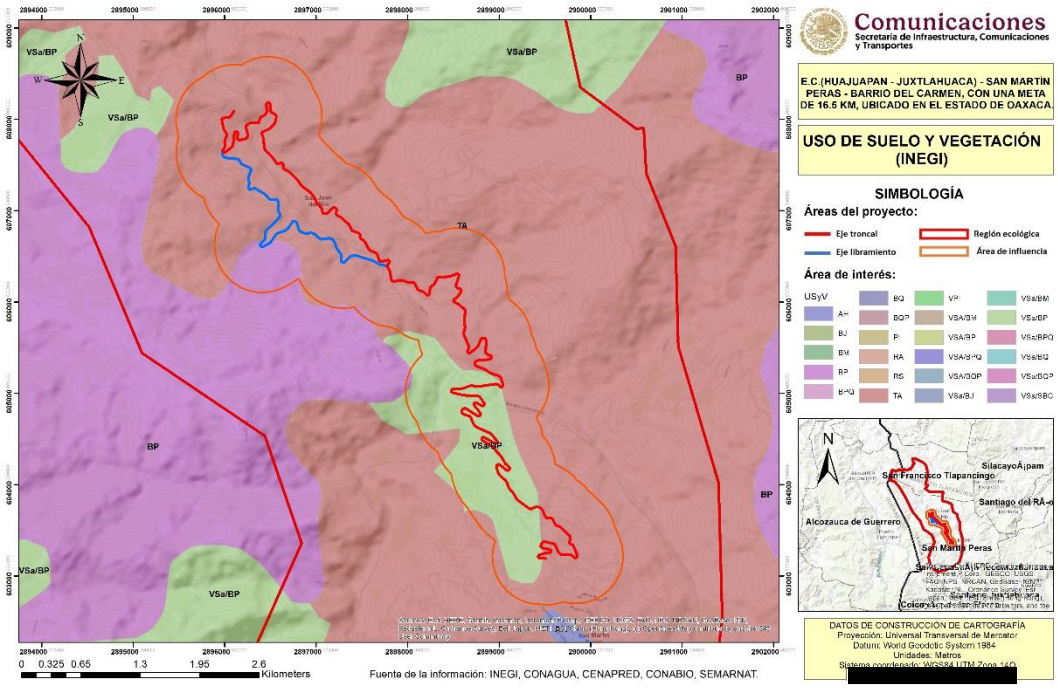


Figura 6.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales

LXXX. Vegetación forestal: Es el 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.

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

V. Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

I.6.3.2. Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los

usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 2.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

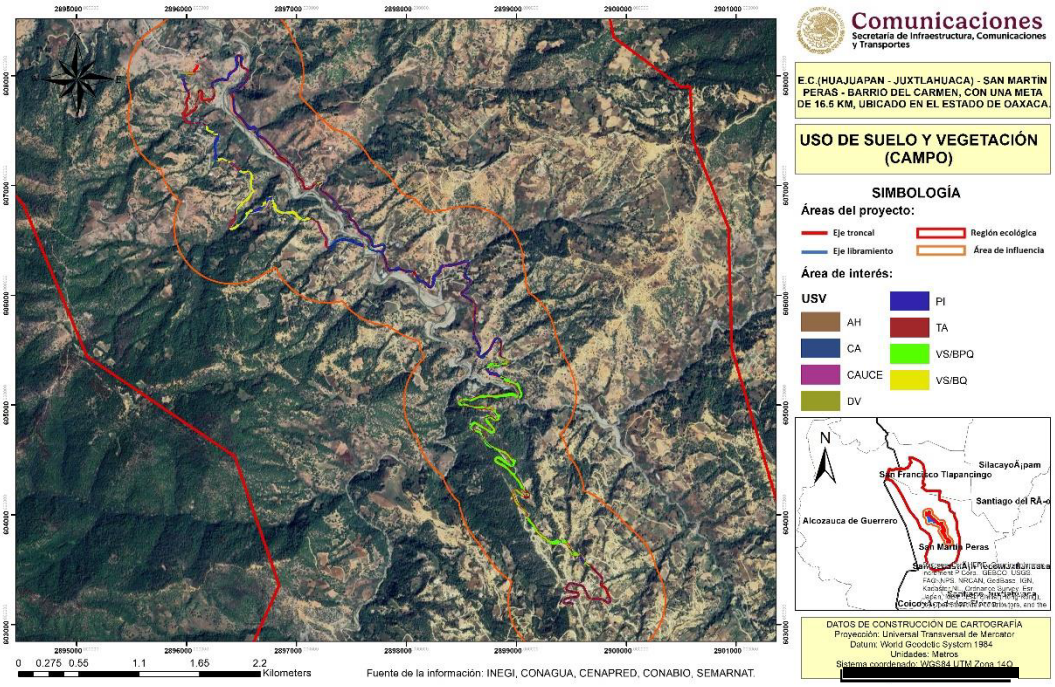


Figura 7.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

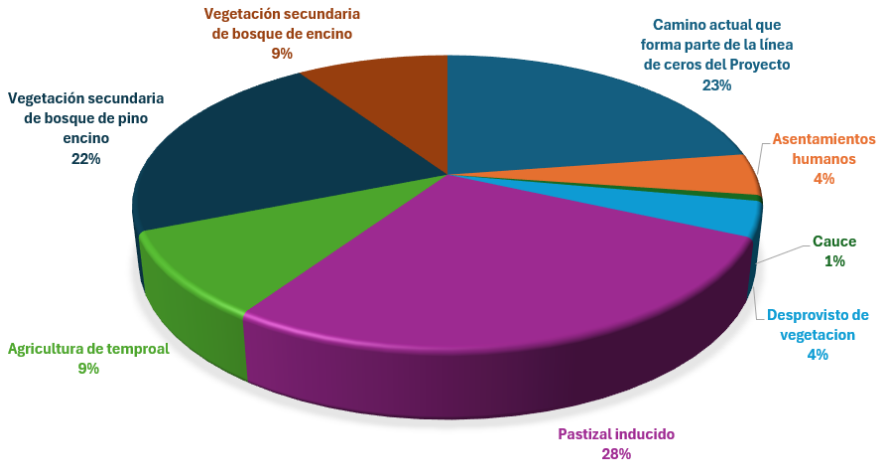


Figura 8.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 3.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	**8.2524**	**100.00%**

I.6.3.3. Polígonos forestales

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 4.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212

Numero	Polígono	USV	Superficie
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

Adicionalmente se presentan los vértices de los polígonos forestales en el archivo de Excel "*Vértices de los polígonos forestales*.xlsx"

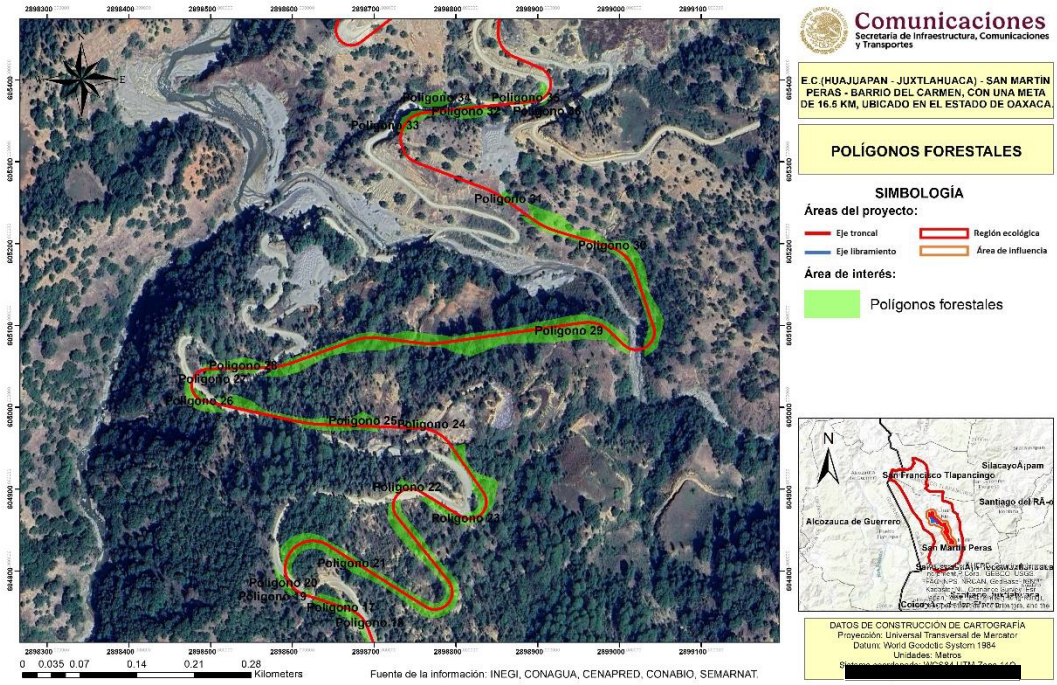


Figura 9.- Polígonos forestales 1

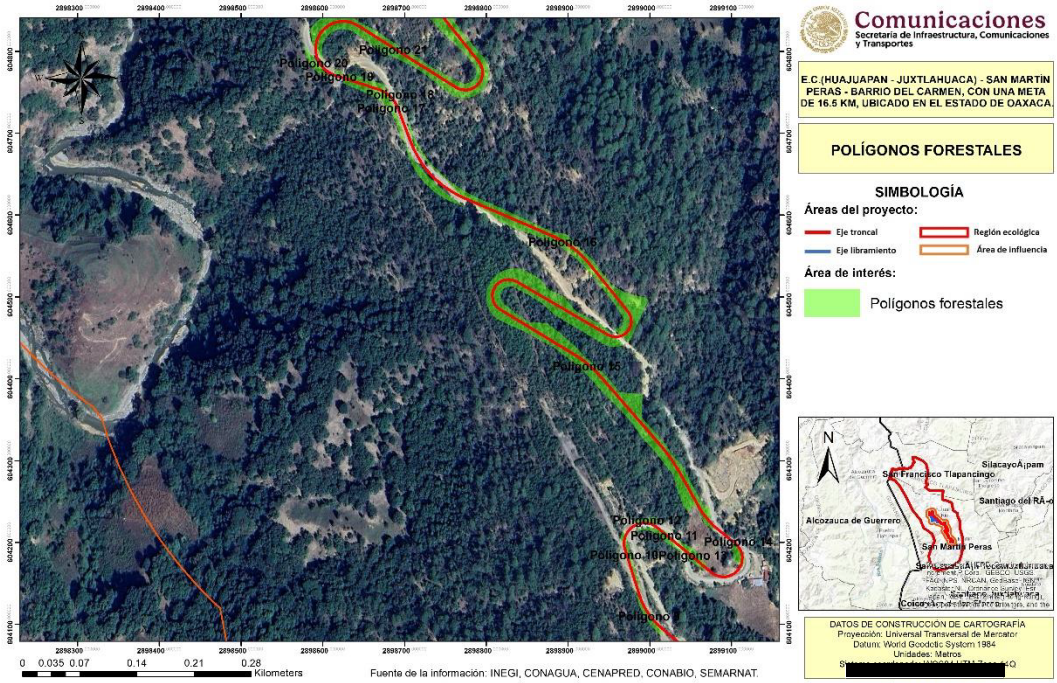


Figura 10.- Polígonos forestales 2

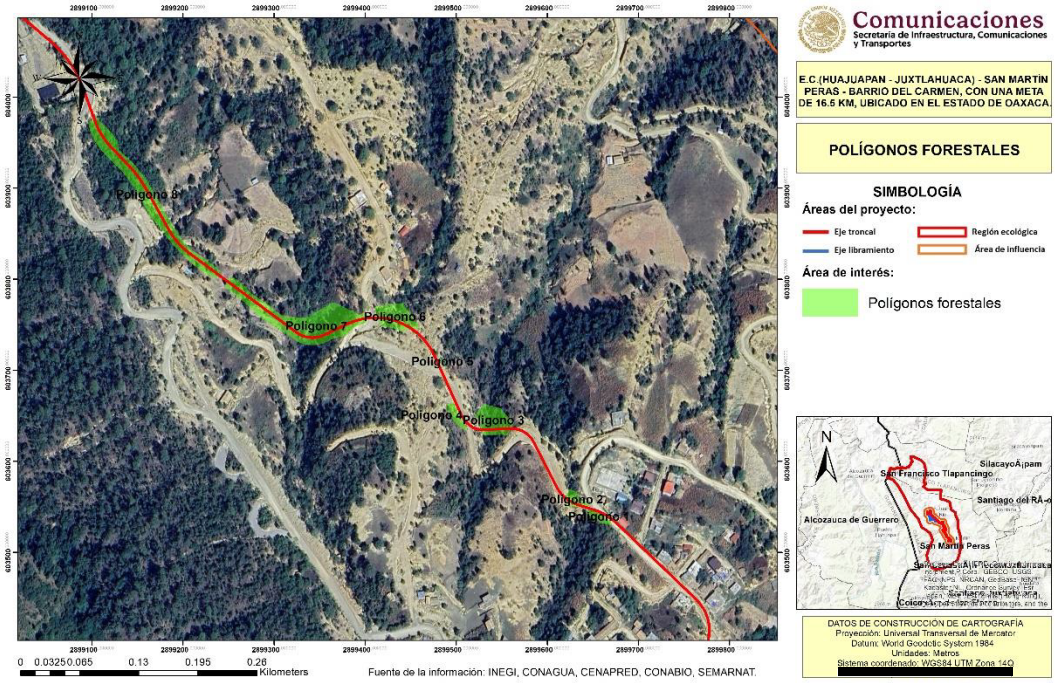


Figura 11.- Polígonos forestales 3

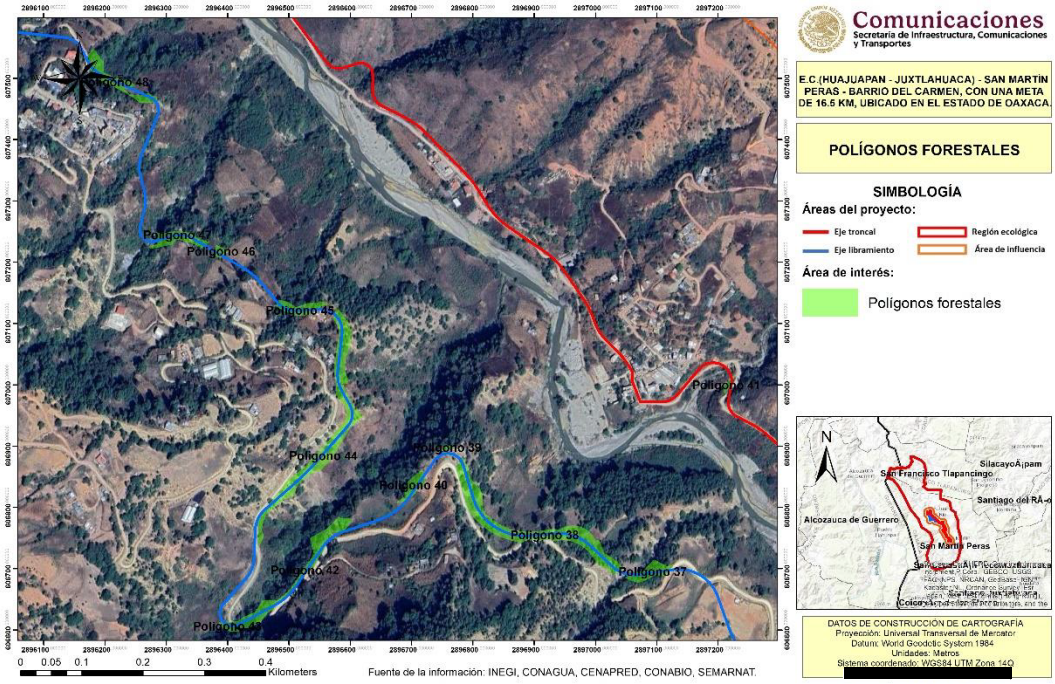


Figura 12.- Polígonos forestales 4

I.6.4. Obras de drenaje

I.6.4.1. Obras de drenaje mayor

De acuerdo con el estudio hidrológico, el proyecto requiere la construcción de 6 puentes, siendo 5 puentes sobre la troncal y uno sobre el entronque, los cuales tienen la función de librar escurrimientos de caudal amplio, a continuación, se muestran las características de los puentes. Cabe mencionar que el reemplazo de los puentes 47+600 y 10+600 no incluye explosivos para su demolición.

Cuadro 5.- Características de los puentes

Camino	Nombre	KM	Longitud
Troncal	Puente 1	41+700	30
Troncal	Puente 2	43+900	70
Troncal	Puente 3	45+460	30
Troncal	Puente 4	45+980	40
Troncal	Puente 5	47+600	40
Ramal	Puente 6	100+600	40

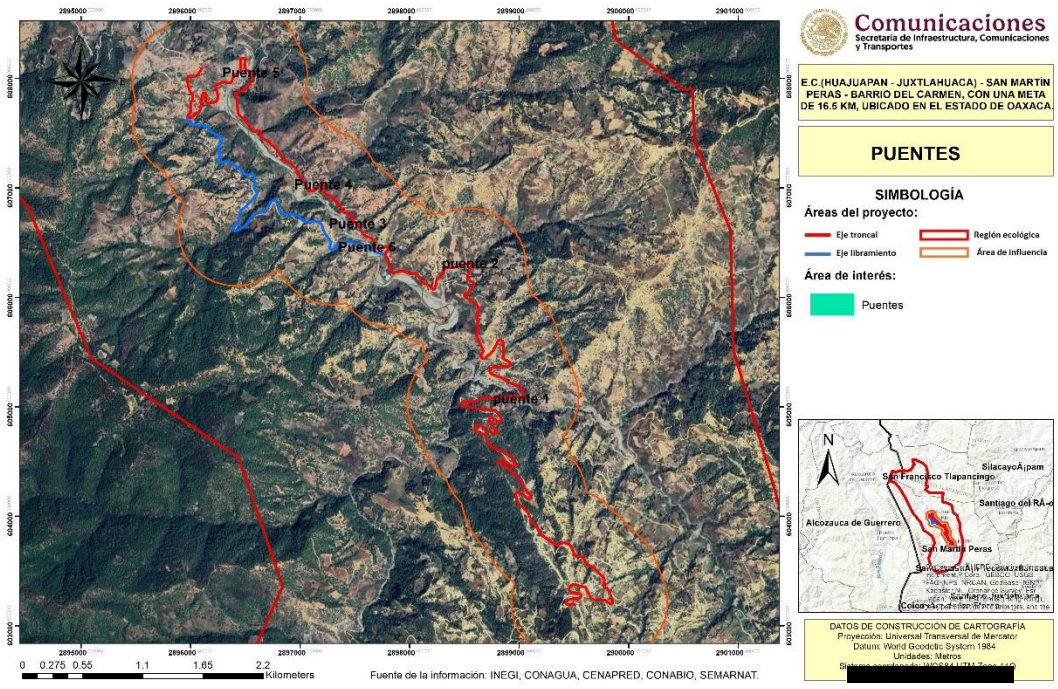


Figura 13.- Puentes del proyecto

I.6.4.1.1. Dimensiones de la superestructura

La sección tipo del puente se proyecta en un ancho de super estructura 9 m para los puentes 43+900, 45+460, 45+980 y 100+600, y una super estructura de 10 m para los puentes 41+700 y 47+600; Para ambos casos se tendrá un ancho de calzada y de corona de 6 m

Cuadro 13. Características de la sección tipo del puente

Componentes	Dimensiones (m)	Dimensiones (m)
Guarnición izquierda	0.25	0.25
Banqueta izquierda	1.25	0.75
Ancho de corona	7.0	7.0
Banqueta derecha	1.25	0.75
Guarnición derecha	0.25	0.25
Total	**10 m**	**9 m**

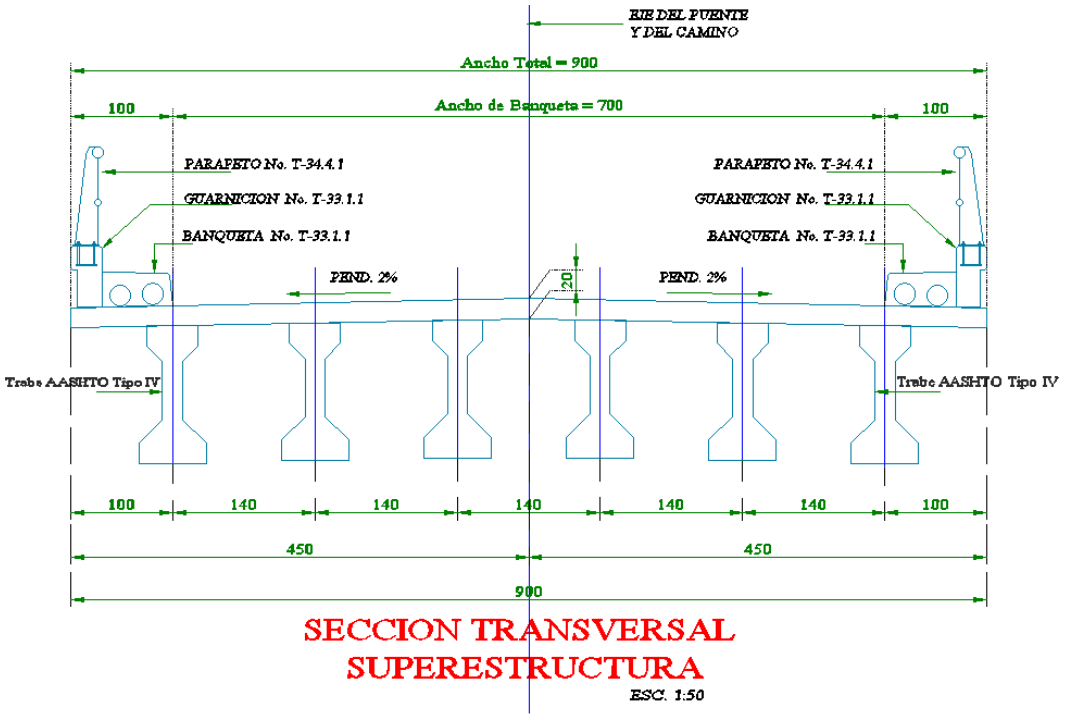


Figura 14. Sección trasversal de los puentes de 9 m de ancho

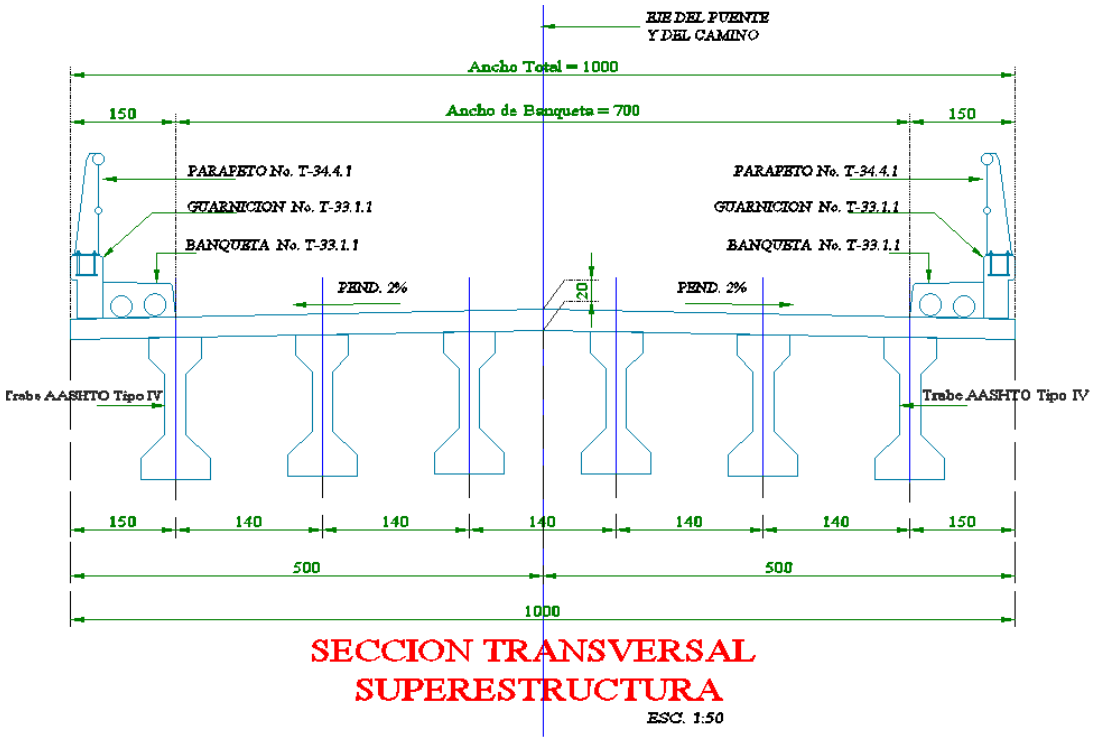


Figura 15. Sección trasversal de los puentes de 10 m de ancho

I.6.4.1.2. Características de la superestructura

A continuación, se muestran las características de las super estructuras que conforman los puentes:

Puente 41+700: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 5 m cada uno, con un ancho total de 10 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes y una pila de 12 m cada uno, teniendo una super estructura de 190.5 m^2

Puente 43+900: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0 m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 15 m cada uno, teniendo una super estructura de 160 m^2

Puente 45+460: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claro de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 6 m cada uno, teniendo una super estructura de 113.5 m^2

Puente 45+980: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claro de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes 10 m cada uno, teniendo una super estructura de 132.5 m^2

Puente 47+600: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 10 m cada uno, con un ancho total de 10 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes de 6 m cada uno, teniendo una super estructura de 188.5 m^2

Puente 100+600: Formada por 4 tramos de losa de concreto reforzado sobre 5 trabes preforzadas AASHTO Tipo VI, dos claros de 4.5 m cada uno, con un ancho total de 9 m y ancho de calzada y carpeta de 7.0m de ancho y un espesor de 1.9 m, soportado por 2 caballetes y una pila de 12 m cada uno, teniendo una super estructura de 212.7 m^2

Cuadro 14. Vértices de las superestructuras de los Puentes

Puente	Vértice	Coordenadas UTM 14N	
		Coordenada X	Coordenada Y
41+700	Vértice 1	580149.9947	1922408.648
	Vértice 2	580152.7378	1922407.616
	Vértice 3	580155.6173	1922407.068
	Vértice 4	580158.548	1922407.023
	Vértice 5	580161.4431	1922407.48
	Vértice 6	580164.217	1922408.427
	Vértice 7	580166.7876	1922409.835
	Vértice 8	580166.6207	1922399.154
	Vértice 9	580162.826	1922398.052
	Vértice 10	580158.9098	1922397.526
	Vértice 11	580154.9589	1922397.588
	Vértice 12	580151.061	1922398.236
	Vértice 13	580147.3024	1922399.455
	Vértice 14	580147.4693	1922410.136
	Vértice 15	580149.9947	1922408.648
43+900	Vértice 1	579726.1938	1923642.911
	Vértice 2	579720.2943	1923636.58
	Vértice 3	579719.6426	1923639.079
	Vértice 4	579718.5747	1923641.43

Puente	Vértice	Coordenadas UTM 14N	
		Coordenada X	Coordenada Y
	Vértice 5	579717.1218	1923643.565
	Vértice 6	579715.3263	1923645.421
	Vértice 7	579713.2408	1923646.943
	Vértice 8	579710.9263	1923648.089
	Vértice 9	579708.4505	1923648.823
	Vértice 10	579705.8859	1923649.124
	Vértice 11	579711.9742	1923655.658
	Vértice 12	579715.6287	1923654.19
	Vértice 13	579718.973	1923652.111
	Vértice 14	579721.9054	1923649.482
	Vértice 15	579724.337	1923646.384
	Vértice 16	579726.1938	1923642.911
45+460	Vértice 1	578705.2599	1924032.089
	Vértice 2	578697.6944	1924026.233
	Vértice 3	578695.5087	1924029.585
	Vértice 4	578692.9916	1924032.696
	Vértice 5	578690.1695	1924035.534
	Vértice 6	578697.7756	1924041.421
	Vértice 7	578701.8062	1924036.986
	Vértice 8	578705.2599	1924032.089
45+980	Vértice 1	578401.4008	1924394.258
	Vértice 2	578394.3077	1924391.443
	Vértice 3	578392.0301	1924394.379
	Vértice 4	578389.3593	1924396.962
	Vértice 5	578386.3495	1924399.141
	Vértice 6	578383.0612	1924400.872
	Vértice 7	578379.5609	1924402.119
	Vértice 8	578389.4331	1924406.036
	Vértice 9	578392.9601	1924403.683
	Vértice 10	578396.1633	1924400.905
	Vértice 11	578398.9919	1924397.747
	Vértice 12	578401.4008	1924394.258

Puente	Vértice	Coordenadas UTM 14N	
		Coordenada X	Coordenada Y
47+600	Vértice 1	577762.9494	1925427.891
	Vértice 2	577757.9734	1925419.004
	Vértice 3	577756.4568	1925423.94
	Vértice 4	577754.2667	1925428.615
	Vértice 5	577751.4459	1925432.939
	Vértice 6	577748.0495	1925436.828
	Vértice 7	577744.1439	1925440.205
	Vértice 8	577747.8351	1925446.796
	Vértice 9	577751.6589	1925443.732
	Vértice 10	577755.1218	1925440.264
	Vértice 11	577758.1818	1925436.437
	Vértice 12	577760.8016	1925432.295
	Vértice 13	577762.9494	1925427.891
100+600	Vértice 1	578767.354	1923817.231
	Vértice 2	578768.7963	1923826.15
	Vértice 3	578791.5951	1923820.383
	Vértice 4	578790.3793	1923811.408
	Vértice 5	578767.354	1923817.231

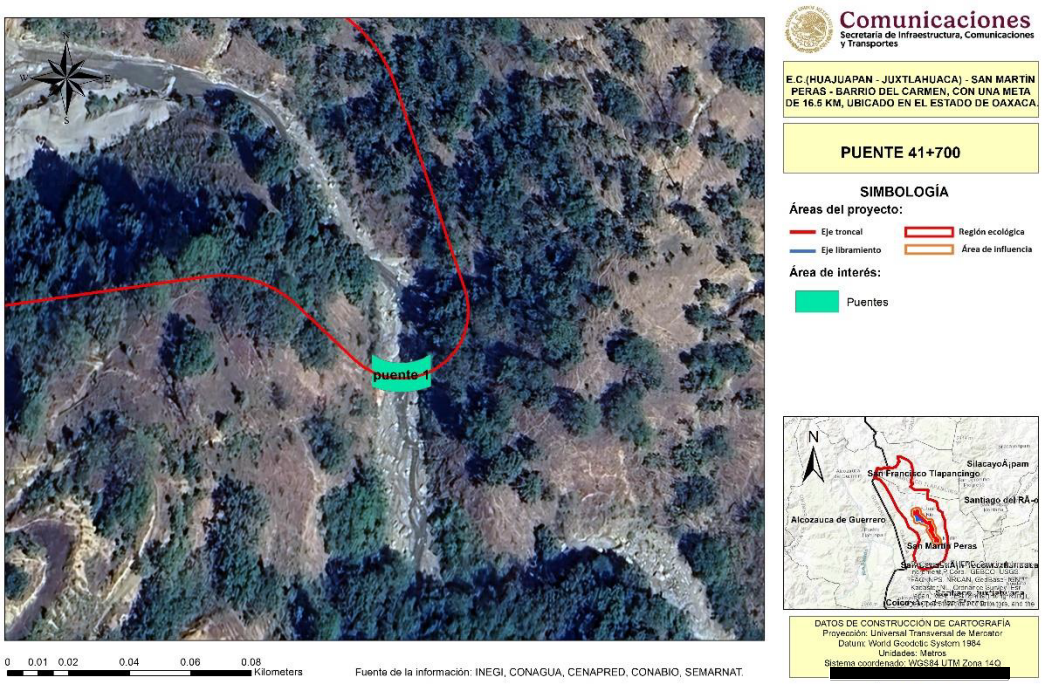


Figura 16. Vista de la super estructura del puente 41+700

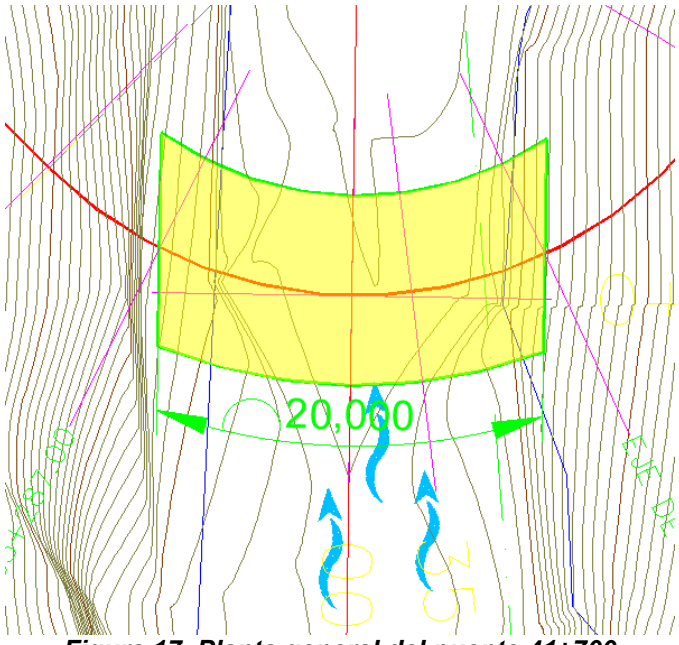


Figura 17. Planta general del puente 41+700

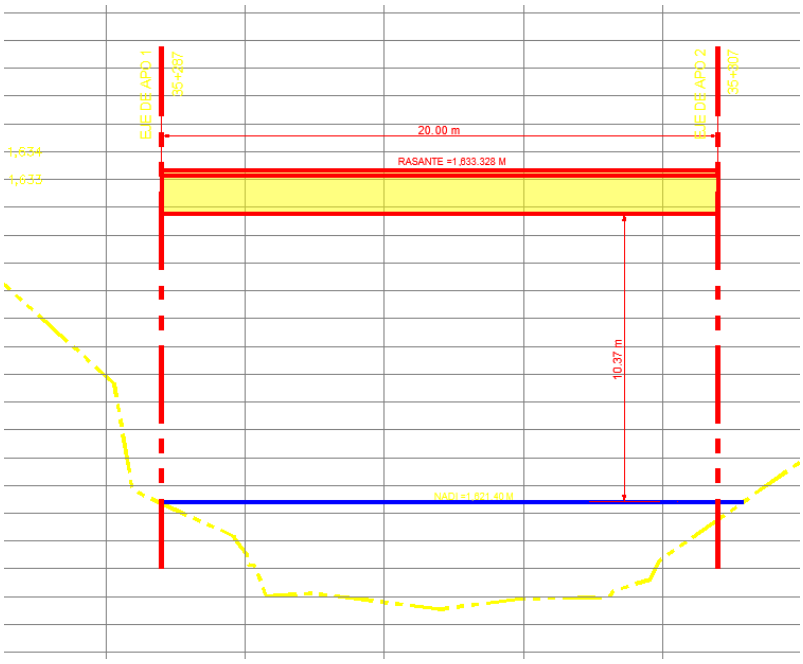


Figura 18. Perfil del puente 41+700

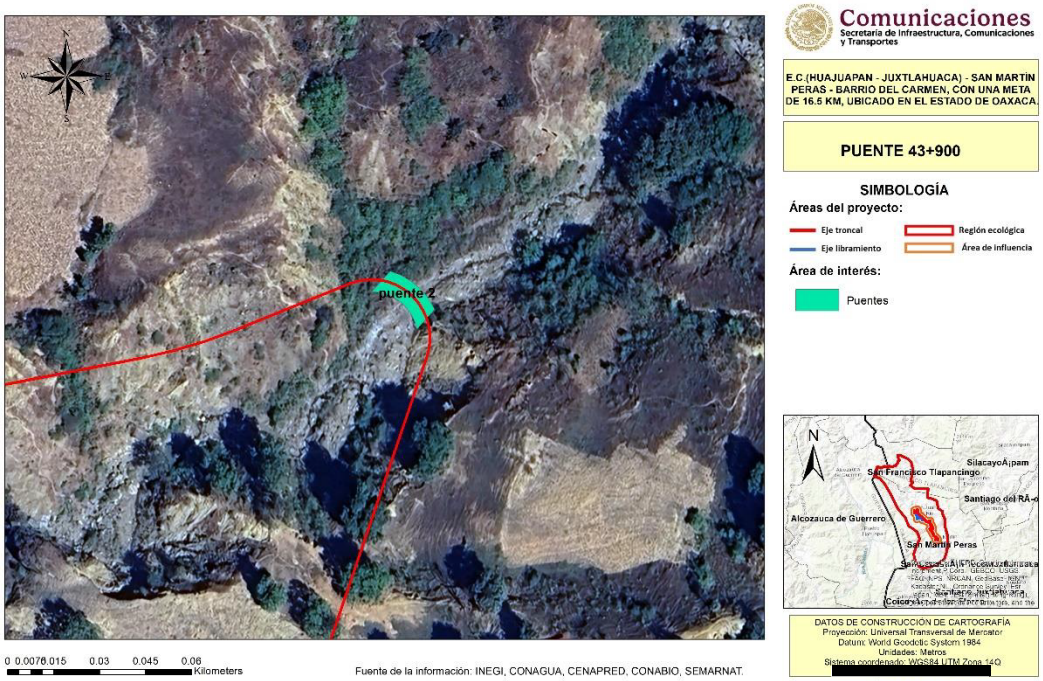


Figura 19. Vista de la super estructura del puente 43+900

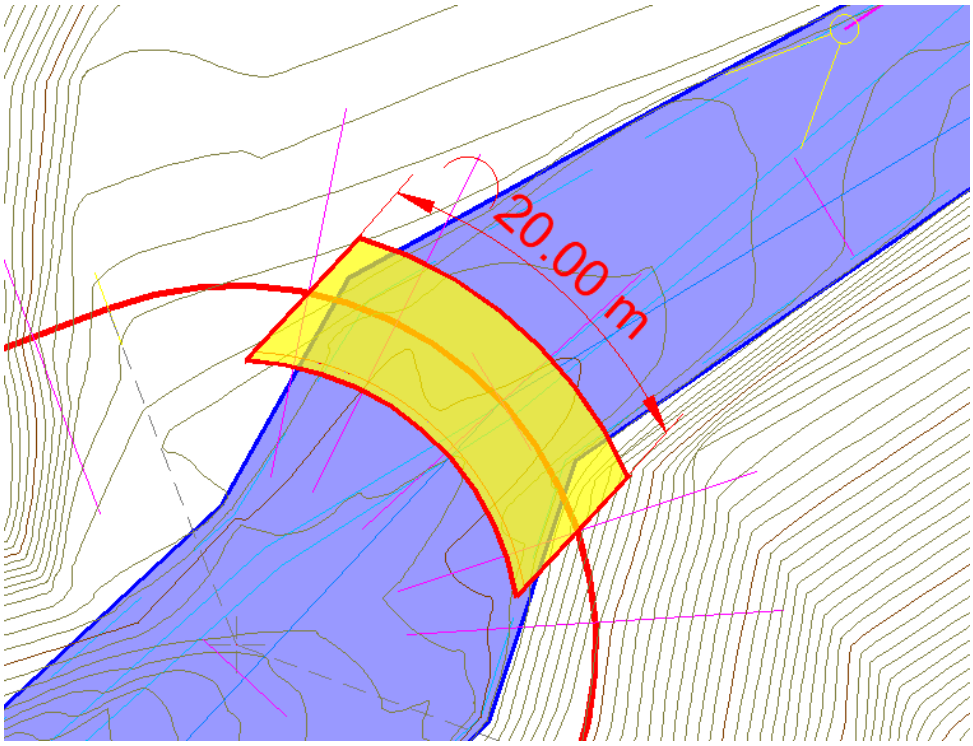


Figura 20. Planta general del puente 43+900

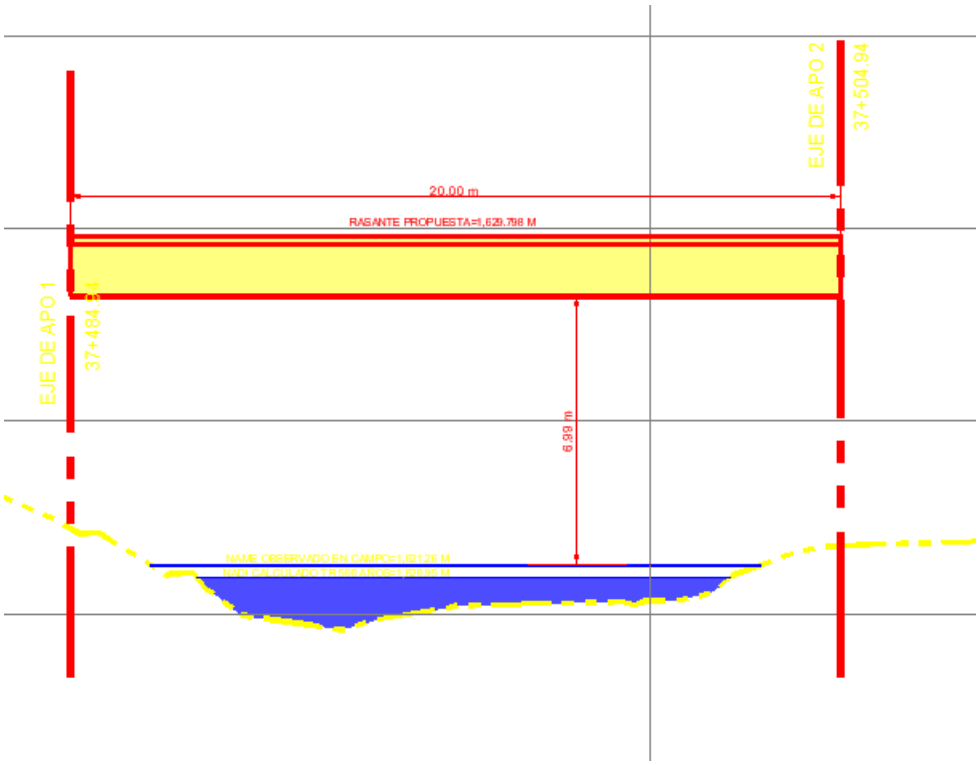


Figura 21. Perfil del puente 43+900



Figura 22. Vista de la super estructura del puente 45+460

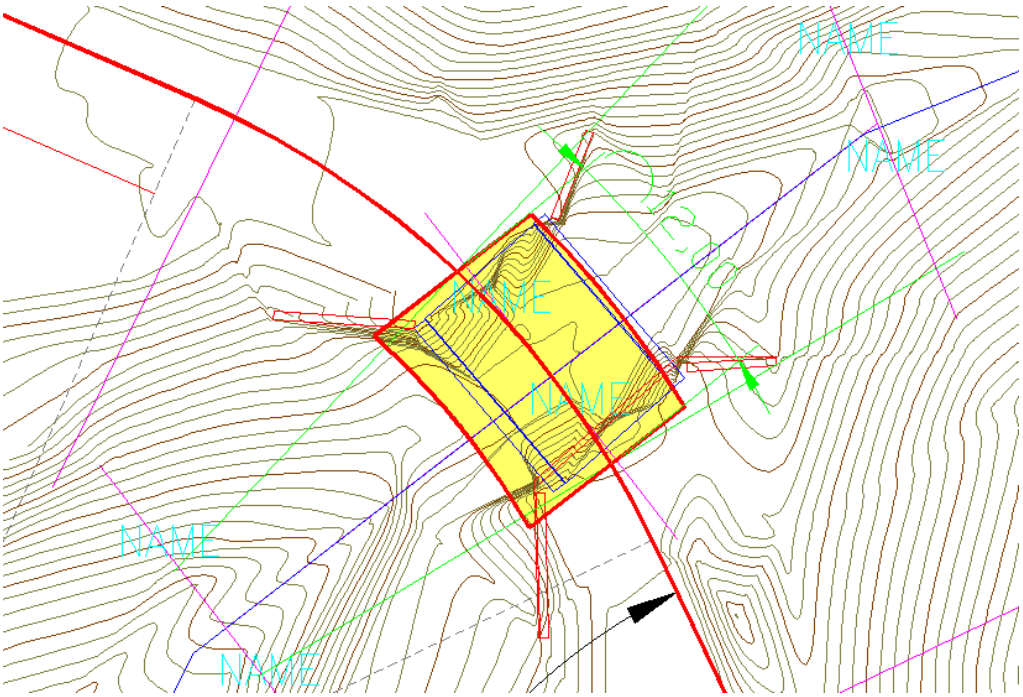


Figura 23. Planta general del puente 45+460

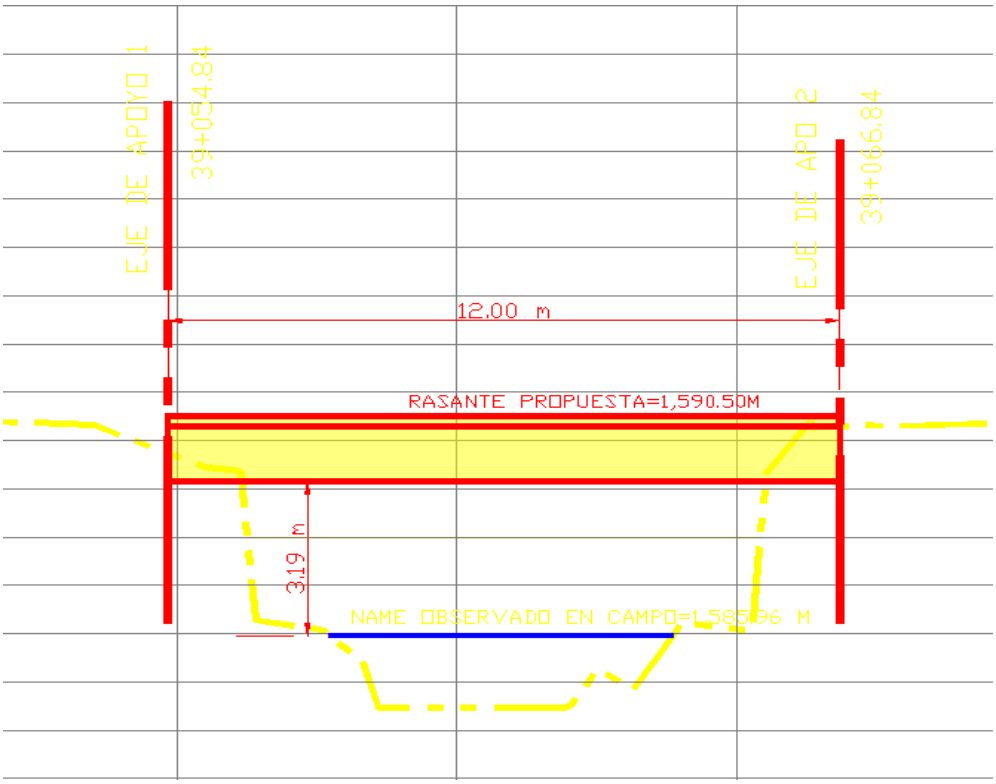


Figura 24. Perfil del puente 45+460



Figura 25. Vista de la super estructura del puente 45+980

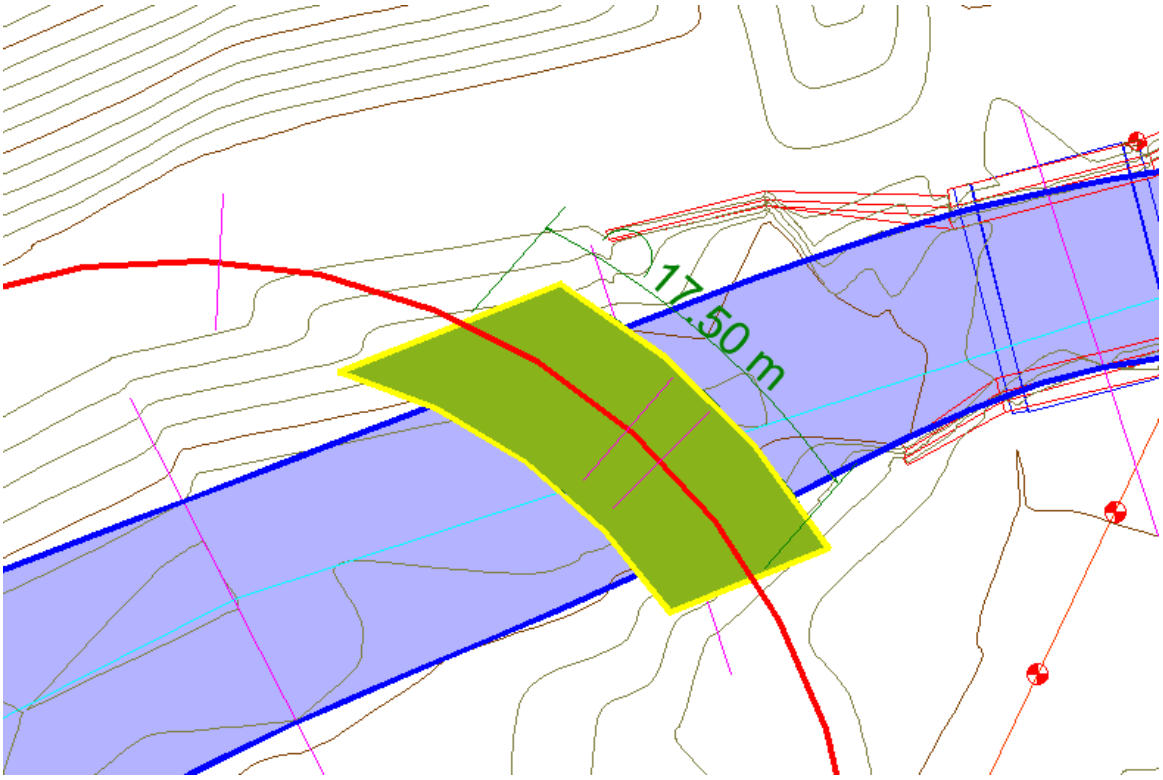


Figura 26. Planta general del puente 45+980

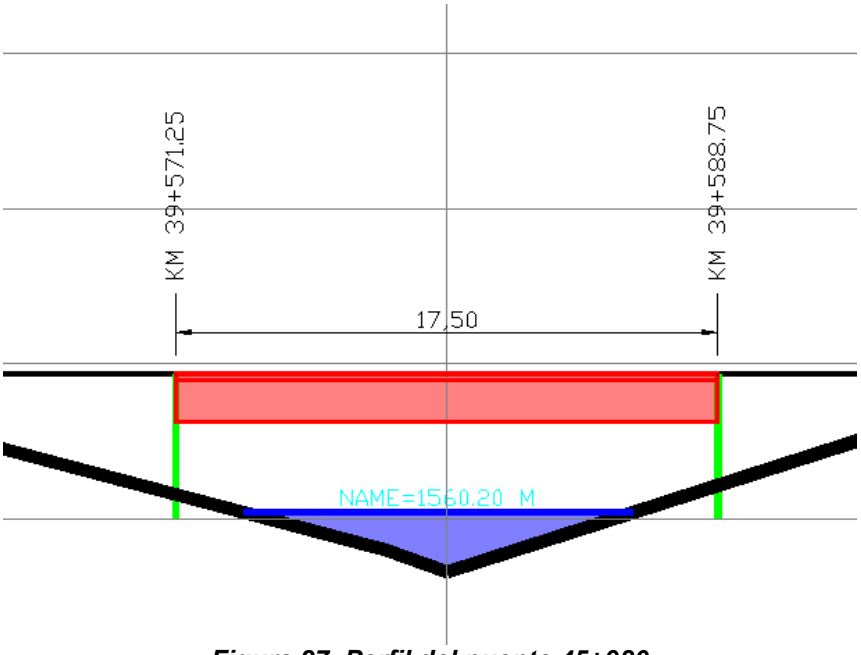


Figura 27. Perfil del puente 45+980

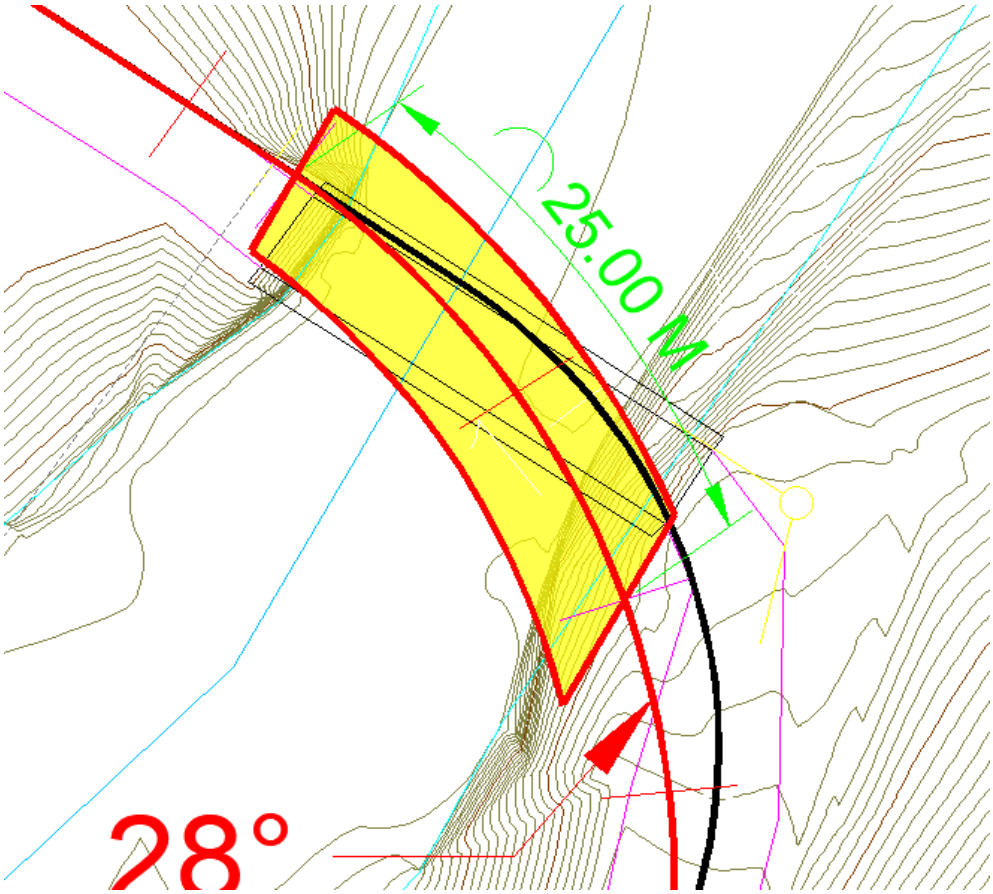


Figura 28. Planta general del puente 47+600



Figura 29. Perfil del puente 47+600



Figura 30. Vista de la super estructura del puente 47+600

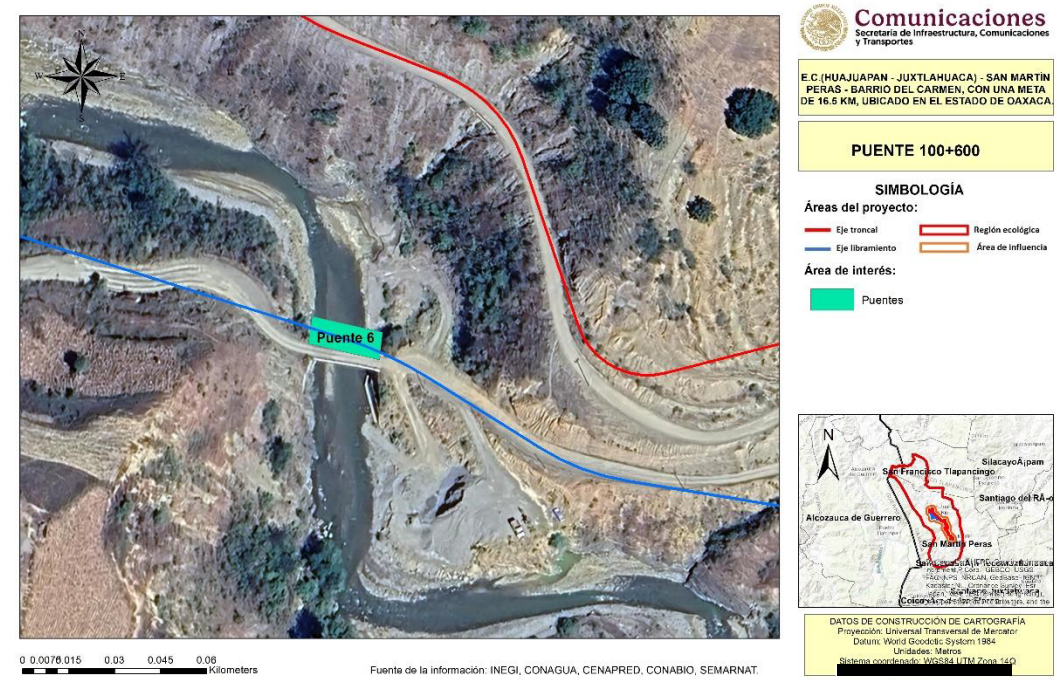


Figura 31. Vista de la super estructura del puente 100+600

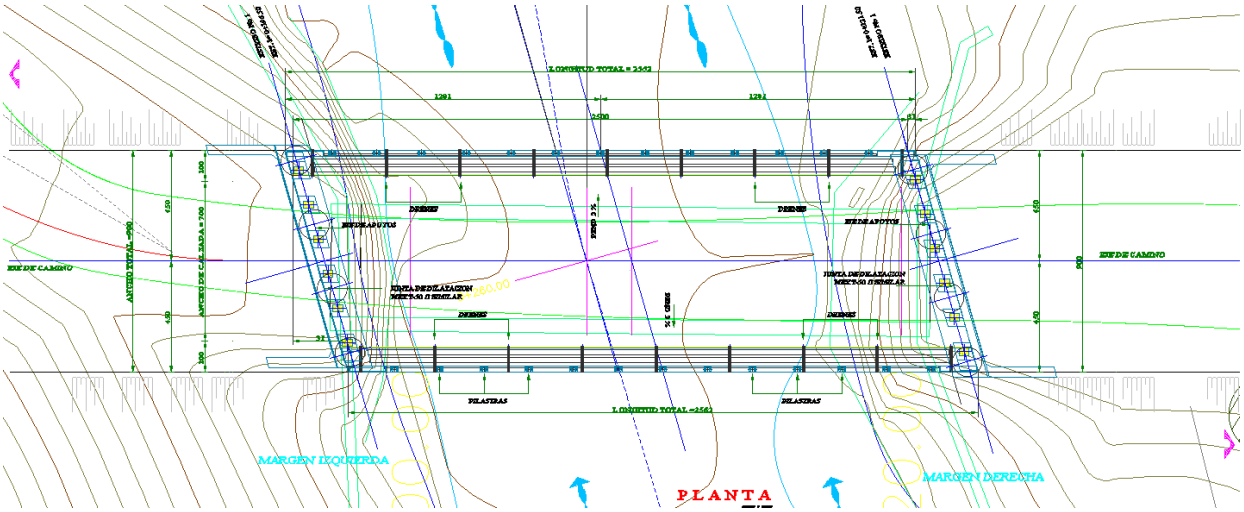


Figura 32. Planta general del puente 100+600

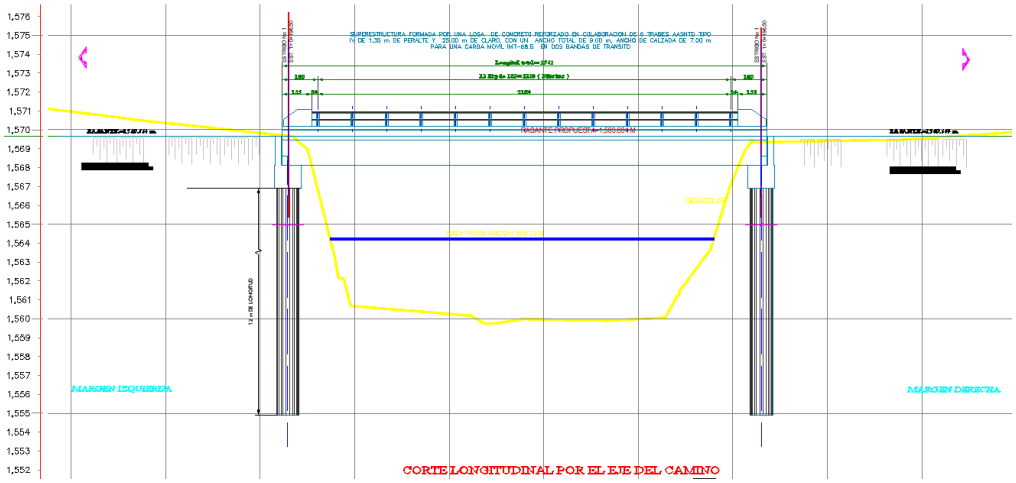


Figura 33. Perfil del puente 100+600

I.6.4.1.3. Accesos

Ya que el puente forma parte del camino a modernizar, no se contempla el diseño de accesos

I.6.4.1.4. Estudio topohidraulico

Son estudios que permiten modelas los flujos de agua que cruzan los puentes, con la intención de diseñar estructuras adecuadas y seguras, permitiendo obtener las

dimensiones, ubicación y demás características pertinentes para un flujo de agua extraordinario. Para cada puente se calculó el gasto hidrológico a un periodo de retorno de 100 años, como resultado de esa simulación se pudo calcular el Nivel de Aguas de Diseños (NADI), a partir del cual se diseñó la super estructura, conservando un galibo adecuado para cada caso.

Cuadro 15. Datos relevantes del estudio hidrológico de cada Puente

Puente	NADI	Galibo
41+700	1621.4	10.37
43+900	1620.95	6.99
45+460	1585.96	3.19
45+980	1560.2	2.9
47+600	1643.6	2
100+600	1564.23	5

I.6.4.1.5. Superficie de ocupación en zona federal de cuerpos de agua

En el artículo 3, fracción XLVII, de la Ley de Aguas Nacionales (LAN, DOF 11-05-2022), se define como “Ribera o Zona Federal” a:

"Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar.

En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

El artículo 4o El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales indica que:

Para efectos de las fracciones VIII del artículo 3o., y IV, del artículo 113 de la "Ley", por lo que se refiere a la delimitación, demarcación y administración de las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, se estará a lo siguiente: I. El nivel de aguas máximas ordinarias a que se refiere la fracción VIII, del artículo 3o., de la "Ley", se entiende como el que resulta de la corriente ocasionada por la creciente máxima ordinaria dentro de un cauce sin que en éste se produzca desbordamiento. La creciente máxima ordinaria estará asociada a un periodo de retorno de cinco años.

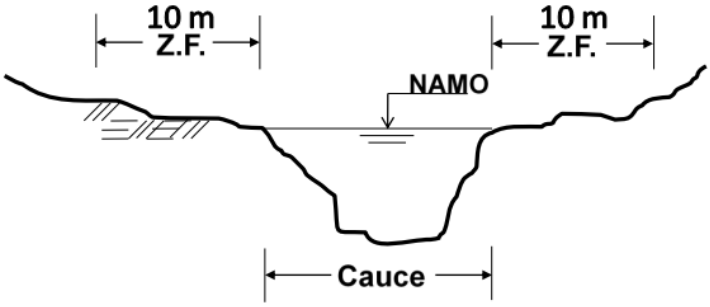


Figura 34. Esquema de la delimitación de Zona Federal

De manera inicial se consultó la información disponible en Atlas Nacional de Riesgos (ANR) de CENAPRED (http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html), en la sección “Atlas Nacional de Riesgo por Inundación.” Específicamente en la Región Suereste, ya que en esta se encuentra inmerso el estado de Oaxaca, como se muestra en la siguiente imagen

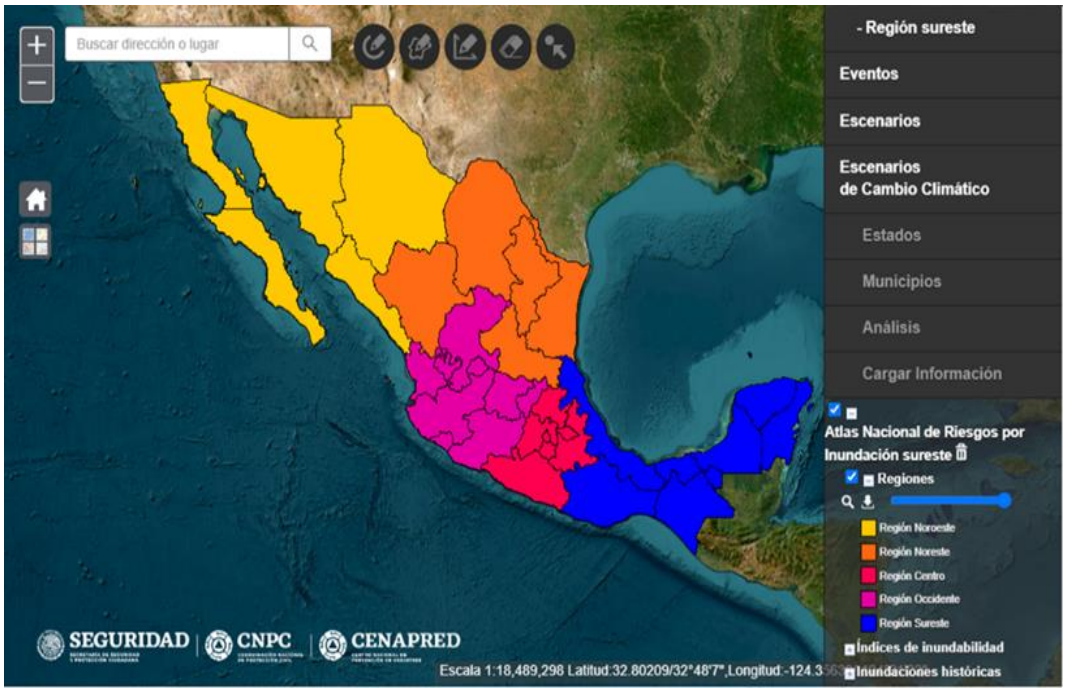


Figura 35. Regiones del Atlas Nacional de Riesgos por inundación

Para la zona del proyecto no hay información disponible generada por el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación para los escurrimientos que se verá involucrado en el proyecto.



Figura 36. Zona Federal (2017) para la región sureste disponible en el Atlas Nacional de Riesgos por Inundación

Para delimitar la zona federal se hizo uso de la capa NADI presente en el plano de Afectaciones, dicha capa fue convertida en un archivo shapefile, y por medio de un buffer de 10 m en dicha capa, se obtuvo la zona federal, se determinó la superficie del proyecto que se encuentra en la zona federal del proyecto sobreponiendo la línea de ceros a el polígono de zona federal calculado. A continuación de muestra el NADI de cada puente, al cual se le aplico el buffer de 10 m

Figura 37.NADI de cada puente el cual se usó de base para el cálculo de la zona federal.

Puente	NADI
41+700	1621.4
43+900	1620.95
45+460	1585.96
45+980	1560.2
47+600	1643.6
100+600	1564.23

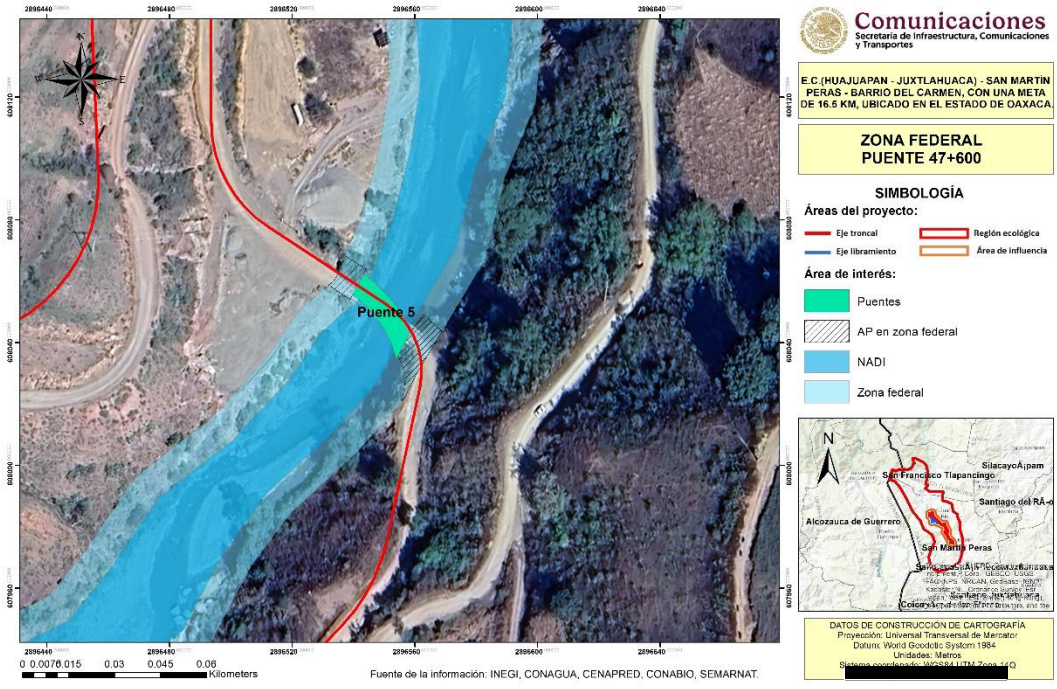


Figura 38. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 41+700

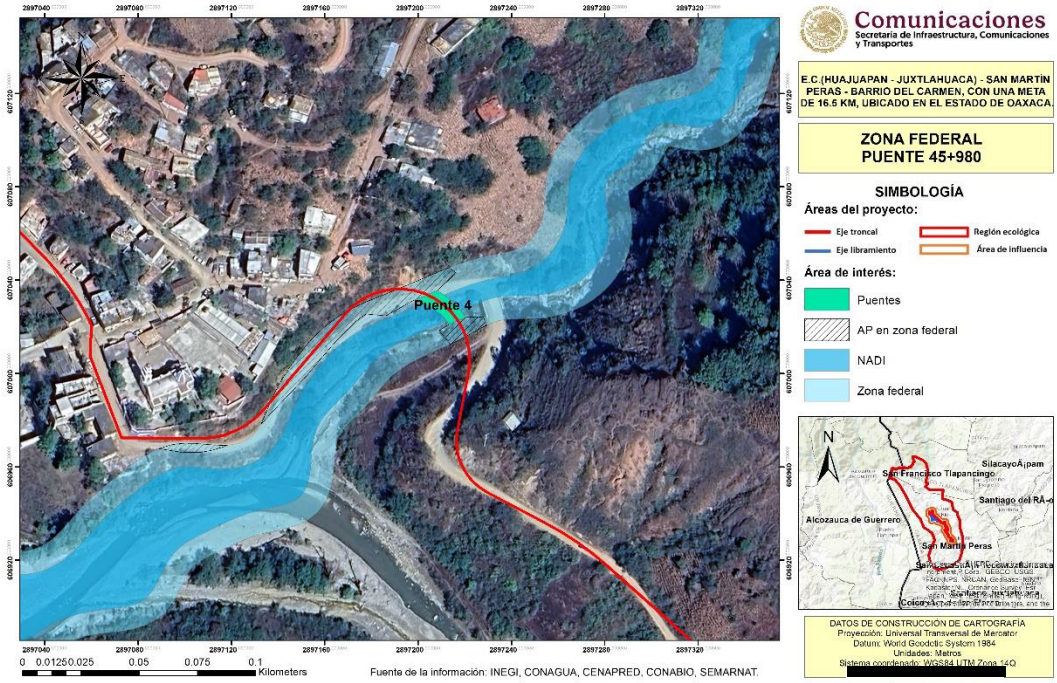


Figura 39. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 43+900

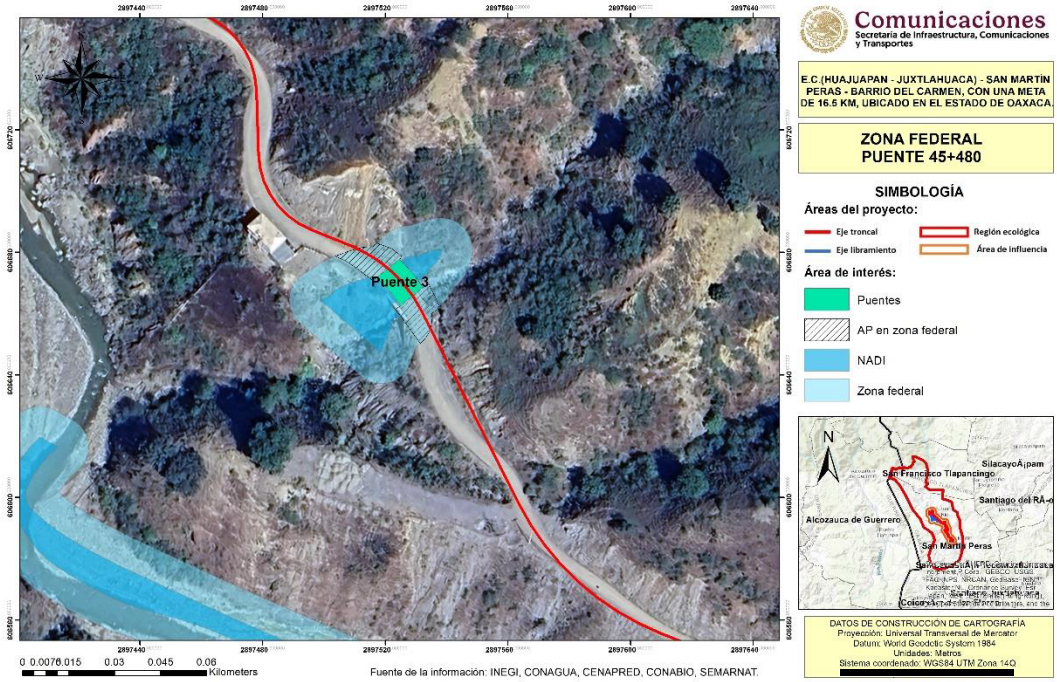


Figura 40. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 45+460

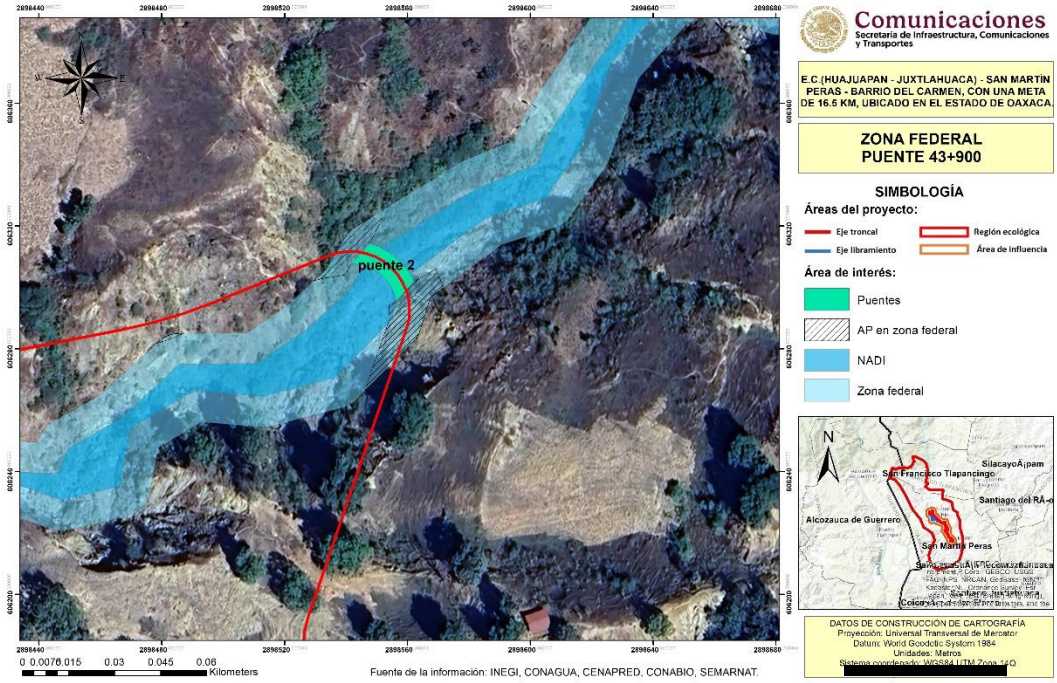


Figura 41. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 45+980

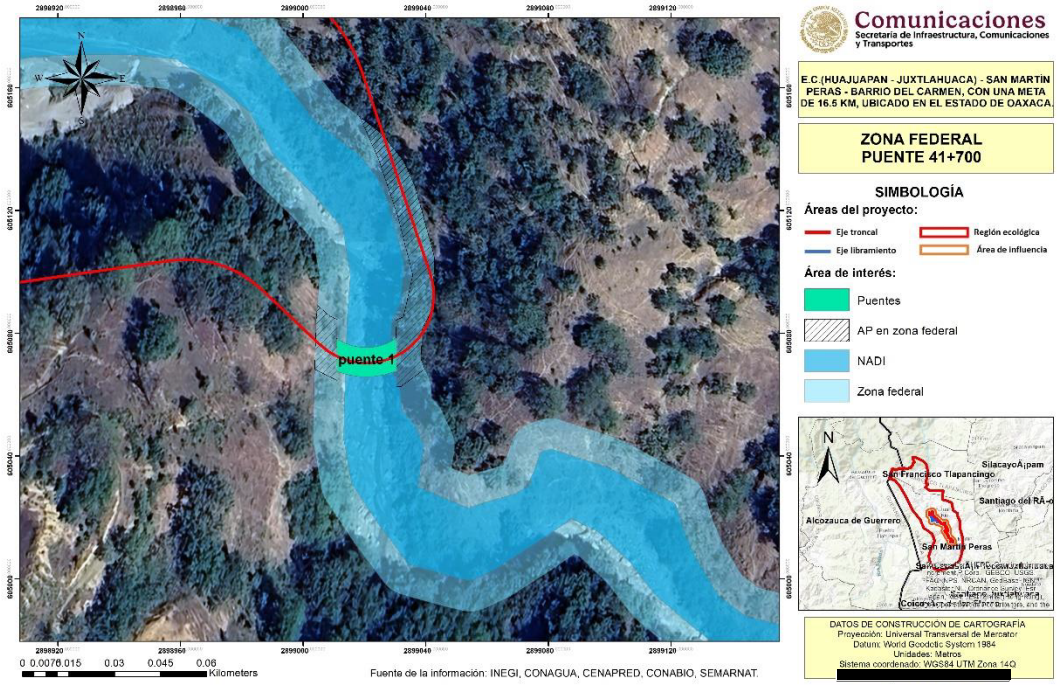


Figura 42. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 47+600

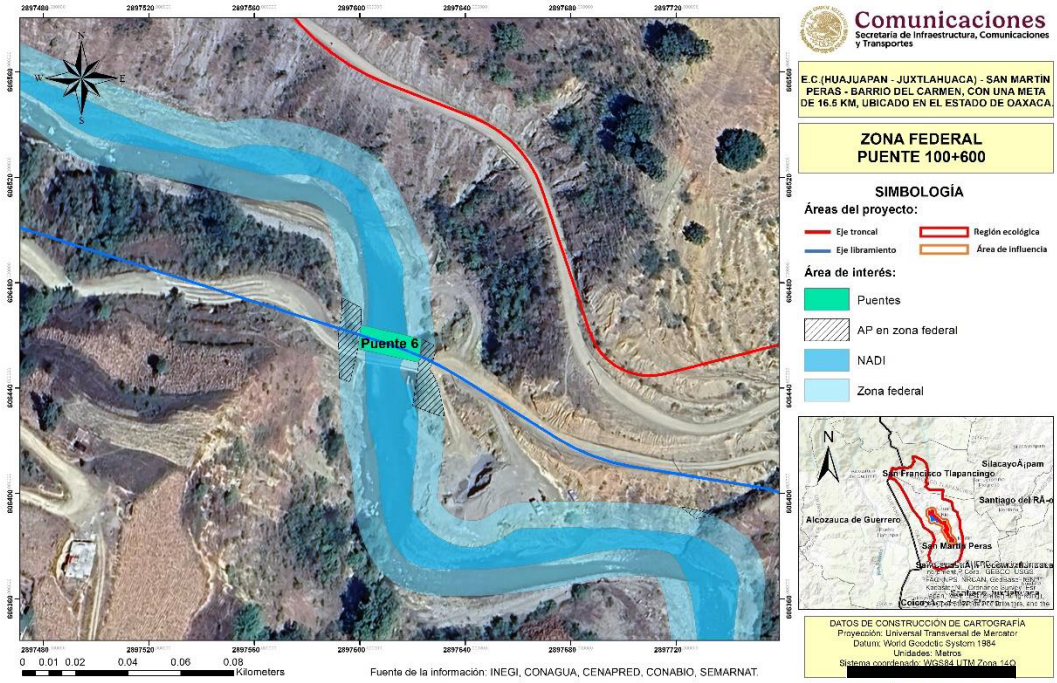


Figura 43. Delimitación de la Zona Federal para el Puente 100+600

De acuerdo con lo anterior, la superficie de la construcción que corresponde a zona federal será de un total de 0.4107 ha (4,107 m^2), como se muestra en la siguiente tabla

Figura 44. Superficie de la zona federal

Puente	Proyecto en Zona federal (m2)
41+700	995
43+900	628
45+460	386
45+980	1030
47+600	435
100+600	633
Total	**4,107**

I.6.4.2. Obras de drenaje menor

Para el resto de los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico se contempla el uso de obras de drenaje menor con la intención de garantizar escorrentía original del

terreno. Esto se logrará mediante la implementación de un sistema de drenaje pluvial cuidadosamente diseñado que se integrará a lo largo de todo el tramo del proyecto, por lo que el proyecto ejecutivo considera la construcción de 58 obras de drenaje. En el siguiente cuadro se enlistan algunas características de dichas obras, así como sus ubicaciones:

Cuadro 16. Obras de drenaje que comprende el proyecto

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	1	36492	Losa	4x4 m	580866.913	1920679.18
Troncal	2	36972	Tubo	1.2 m	580690.486	1920675.79
Troncal	3	37068	Losa	5.5x1.2	580737.856	1920595.39
Troncal	4	37757	Losa	3x3 m	580730.827	1920873.44
Troncal	5	37901	Tubo	1.2 m	580631.86	1920956.1
Troncal	6	38171	Tubo	1.2 m	580434.365	1921065.34
Troncal	7	39020	Tubo	1.2 m	580195.569	1921551.42
Troncal	8	39097	Tubo	1.2 m	580155.187	1921617.48
Troncal	9	39207	Tubo	1.2 m	580088.299	1921704.21
Troncal	10	39706	Tubo	1.2 m	580057.003	1921866.52
Troncal	11	40054	Tubo	1.2 m	579807.93	1922087.93
Troncal	12	40896	Tubo	1.2 m	579822.566	1922316.38
Troncal	13	41199	Tubo	1.2 m	579678.927	1922390.18
Troncal	14	42221	Tubo	1.2 m	579928.05	1922699.22
Troncal	15	42367	Tubo	1.2 m	580059.315	1922732.09
Troncal	16	42532	Tubo	1.2 m	580001.381	1922863.02
Troncal	17	42779	Tubo	1.2 m	579888.05	1922829.28
Troncal	18	42935	Tubo	1.2 m	579812.72	1922837.37
Troncal	19	43360	Tubo	1.2 m	579782.462	1923247.73
Troncal	20	43681	Tubo	1.2 m	579744.717	1923472.81
Troncal	21	44118	Tubo	1.2 m	579500.583	1923619.82
Troncal	22	44584	Tubo	1.2 m	579223.016	1923567.62
Troncal	23	44721	Tubo	1.2 m	579090.646	1923595.09
Troncal	24	44923	Tubo	1.2 m	578971.555	1923687.24
Troncal	25	45053	Tubo	1.2 m	578968.294	1923803.77
Troncal	26	45386	Tubo	1.2 m	578732.177	1923966.6
Troncal	27	45459	Tubo	1.2 m	578699.539	1924032.63
Troncal	28	45688	Tubo	1.2 m	578551.619	1924180.9
Troncal	29	45739	Tubo	1.2 m	578526.334	1924224.18
Troncal	30	46067	Tubo	1.2 m	578323.177	1924366.83
Troncal	31	46422	Tubo	1.2 m	578117.352	1924581.9
Troncal	32	46614	Tubo	1.2 m	577983.746	1924715.55

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	33	46768	Tubo	1.2 m	577873.4	1924821.22
Troncal	34	46873	Tubo	1.2 m	577665.555	1925023.28
Troncal	35	46873	Losa	5x5	577824.534	1924901.15
Troncal	36	47379	Tubo	1.2 m	577647.785	1925266.86
Troncal	37	47962	Tubo	1.2	577614.466	1925424.05
Troncal	38	48165	Losa	5x3	577434.633	1925323.78
Troncal	39	48660	Tubo	1.2 m	577290.643	1925149.59
Troncal	40	48760	Tubo	1.2 m	577240.966	1925069.58
Troncal	41	48990	Tubo	1.2 m	577193.715	1925090.71
Troncal	42	49137	Tubo	1.2 m	577180.949	1925322.23
Troncal	43	49219	Tubo	1.2 m	577171.874	1925403.45
Libramiento	1	100063	Tubo	1.2 m	578912.931	1923762.2
Libramiento	2	100335	Tubo	1.2 m	578660.797	1923858.91
Libramiento	3	100563	Tubo	1.2 m	578462.082	1923803.07
Libramiento	4	100693	Tubo	1.2 m	578425.419	1923912.94
Libramiento	5	100986	Tubo	1.2 m	578222.507	1924065.88
Libramiento	6	101206	Tubo	1.2 m	578030.288	1924137.32
Libramiento	7	101513	Tubo	1.2 m	577845.3	1924173.64
Libramiento	8	101783	Tubo	1.2 m	577634.832	1924019.75
Libramiento	9	101862	Tubo	1.2 m	577564.254	1924003.2
Libramiento	10	102101	Tubo	1.2 m	577662.424	1924204.97
Libramiento	11	102343	Tubo	1.2 m	577760.99	1924392.34
Libramiento	12	102529	Tubo	1.2 m	577685	1924508.14
Libramiento	13	102810	Tubo	1.2 m	577451.218	1924628.33
Libramiento	14	103277	Tubo	1.2 m	577286.487	1924966.29
Libramiento	15	103401	Tubo	1.2 m	577172.521	1925001.32

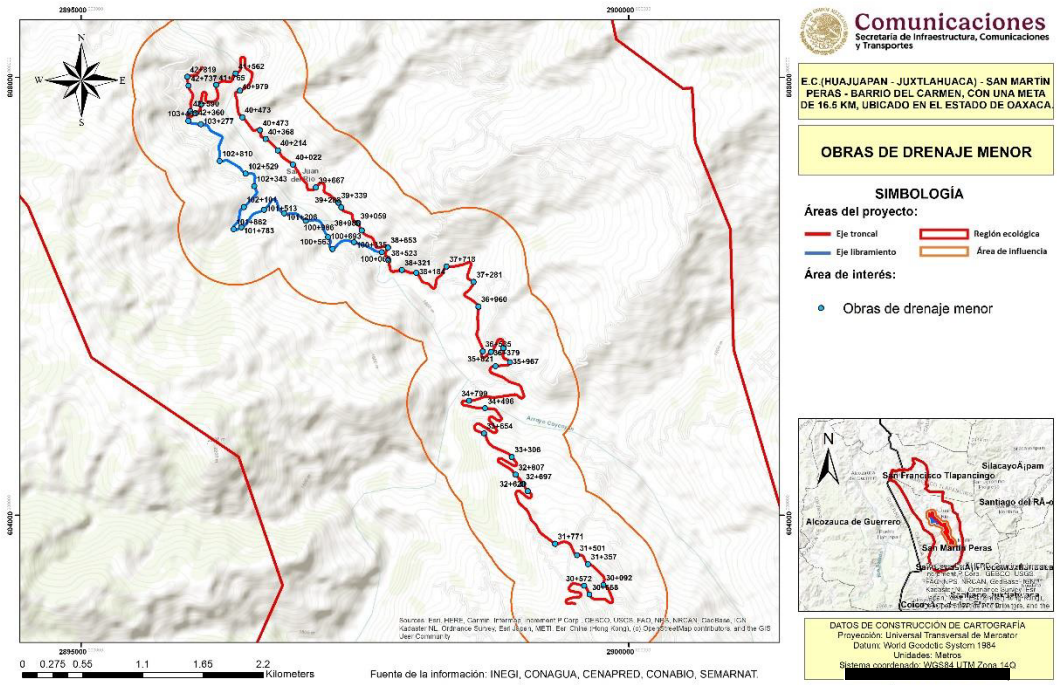


Figura 45.- Localización de las obras de drenaje

I.6.4.3. Obras complementarias

Para el resto del tramo carretero se construirán distintas obras complementarias, las cuales tienen la función de encauzar el agua de lluvia a los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico, con la intención de mantener la escorrentía de la zona a la vez que se protege la carpeta asfáltica del camino.

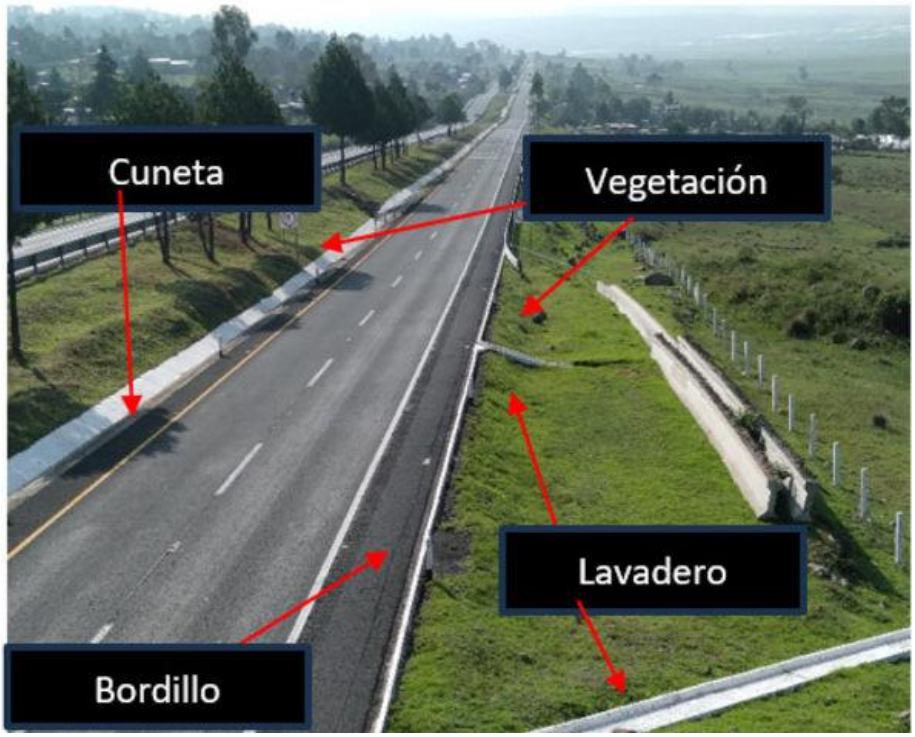


Figura 46. Interacción de las obras complementarias a lo largo de un camino.

I.6.4.3.1. Cunetas

Una cuneta es una zanja o canal que se abre a los lados del camino y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños o inundaciones. También puede servir como defensa de pequeños derrumbes cuando las vías transitan por trincheras. Para el proyecto se consideran un total de 17,336 m de cunetas, siendo 13,597 m en el troncal y 3,739 m del lado derecho

Cuadro 17. Localización de las cunetas del presente proyecto.

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
36+400.00	36+480.00	80.00	36+400.00	37+040.00	640.00
36+606.00	36+800.00	194.00	37+138.00	37+160.00	22.00
37+300.00	37+464.00	164.00	37+240.00	37+300.00	60.00

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
37+520.00	37+740.00	220.00	37+520.00	37+540.00	20.00
37+780.00	38+763.00	983.00	37+780.00	37+860.00	80.00
38+827.00	38+840.00	13.00	37+929.00	38+020.00	91.00
38+920.00	39+420.00	500.00	38+200.00	38+240.00	40.00
39+560.00	40+120.00	560.00	38+340.00	38+440.00	100.00
40+240.00	40+300.00	60.00	38+501.00	38+705.00	204.00
40+360.00	40+560.00	200.00	38+780.00	38+985.00	205.00
40+620.00	41+153.00	533.00	39+049.00	39+080.00	31.00
41+240.00	41+380.00	140.00	39+136.00	39+160.00	24.00
41+460.00	41+640.00	180.00	39+220.00	39+260.00	40.00
41+940.00	41+952.00	12.00	39+380.00	39+620.00	240.00
42+040.00	42+080.00	40.00	39+780.00	40+123.00	343.00
42+240.00	42+260.00	20.00	40+160.00	40+400.00	240.00
42+560.00	42+581.00	21.00	40+480.00	40+660.00	180.00
42+700.00	42+740.00	40.00	41+080.00	41+160.00	80.00
43+000.00	43+040.00	40.00	41+220.00	41+400.00	180.00
43+089.00	43+120.00	31.00	41+448.00	42+480.00	1032.00
43+511.00	43+520.00	9.00	42+560.00	42+581.00	21.00
43+577.00	43+620.00	43.00	42+620.00	43+300.00	680.00
43+700.00	43+820.00	120.00	43+360.00	43+662.00	302.00
44+076.00	44+100.00	24.00	43+698.00	44+100.00	402.00
44+180.00	44+221.00	41.00	44+140.00	44+300.00	160.00
44+540.00	44+565.00	25.00	44+338.00	44+382.00	44.00
45+100.00	45+148.00	48.00	44+420.00	44+640.00	220.00
45+260.00	45+360.00	100.00	44+720.00	44+749.00	29.00
46+280.00	46+312.00	32.00	44+795.00	44+880.00	85.00
46+834.00	46+840.00	6.00	44+980.00	45+040.00	60.00
46+896.00	46+920.00	24.00	45+080.00	45+360.00	280.00
47+000.00	47+040.00	40.00	45+400.00	45+671.00	271.00
47+493.00	47+525.00	32.00	45+760.00	45+800.00	40.00
47+780.00	47+820.00	40.00	45+862.00	45+922.00	60.00

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
48+240.00	48+285.00	45.00	46+010.00	46+120.00	110.00
48+420.00	48+520.00	100.00	46+260.00	46+400.00	140.00
48+840.00	49+124.00	284.00	46+520.00	46+600.00	80.00
49+160.00	49+204.00	44.00	46+700.00	47+260.00	560.00
49+240.00	49+340.00	100.00	47+314.00	47+347.00	33.00
Total		**5,188.00**	47+400.00	47+420.00	20.00
			47+480.00	47+580.00	100.00
			47+780.00	48+100.00	320.00
			48+240.00	48+460.00	220.00
			48+560.00	48+640.00	80.00
			48+700.00	48+900.00	200.00
			49+160.00	49+200.00	40.00
			Total		**8,409.00**

RAMAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+240.00	100+541.00	301.00	100+080.00	100+160.00	80.00
100+600.00	102+400.00	1800.00	100+600.00	100+671.00	71.00
102+460.00	103+473.00	1013.00	100+880.00	100+920.00	40.00
Total		**3,114.00**	101+000.00	101+040.00	40.00
			101+120.00	101+180.00	60.00
			101+220.00	101+260.00	40.00
			101+400.00	101+420.00	20.00
			102+730.00	102+764.00	34.00
			102+880.00	102+921.00	41.00
			103+020.00	103+080.00	60.00
			103+234.00	103+260.00	26.00
			103+300.00	103+380.00	80.00
			103+440.00	103+473.00	33.00
			Total		**625.00**

I.6.4.3.2. Bordillo

De igual forma que las cunetas con el objeto de proteger el camino contra el efecto nocivo del agua y considerando las condiciones pluviométricas y el tipo de suelo de la región, se estima conveniente construir bordillos, Para el proyecto se consideran un total de 18,238 m de bordillos, siendo 17,336 m en el troncal y 899 m del lado derecho.

Cuadro 18. Localización de los bordillos

BORDILLO DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
39+480.00	39+520.00	40.00	38+140.00	38+180.00	40.00
41+180.00	41+221.00	41.00	40+840.00	40+947.00	107.00
41+400.00	41+448.00	48.00	49+204.00	49+242.00	38.00
41+740.00	41+900.00	160.00	**Total**		**185.00**
41+960.00	42+026.00	66.00			
42+280.00	42+400.00	120.00			
42+480.00	42+540.00	60.00			
42+600.00	42+680.00	80.00			
42+800.00	42+840.00	40.00			
42+920.00	42+980.00	60.00			
44+280.00	44+320.00	40.00			
44+660.00	44+780.00	120.00			
44+900.00	44+960.00	60.00			
45+038.00	45+085.00	47.00			
45+549.00	45+620.00	71.00			
46+400.00	46+500.00	100.00			
46+660.00	46+780.00	120.00			
47+220.00	47+300.00	80.00			
47+360.00	47+480.00	120.00			
47+960.00	48+020.00	60.00			
48+080.00	48+220.00	140.00			
Total		**1673.00**			
RAMAL					

LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+057.00	100+100.00	43.00	100+220.00	100+360.00	140.00
100+160.00	100+220.00	60.00	100+500.00	100+580.00	80.00
Total		**103.00**	101+440.00	101+580.00	140.00
			101+891.00	101+940.00	49.00
			102+000.00	102+120.00	120.00
			102+340.00	102+400.00	60.00
			102+500.00	102+580.00	80.00
			102+640.00	102+700.00	60.00
			102+793.00	102+860.00	67.00
			Total		**796.00**

I.6.4.3.3. Lavaderos

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos y cunetas, a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Se considera la construcción de 60 lavaderos a lo largo del camino, ubicándose 34 en el troncal y 26 en el libramiento

Cuadro 19. Localización de los lavaderos

LAVADEROS DEL TRAMO			
TRONCAL			
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
KM	LONG. (m)	KM	LONG. (m)
39+520.00	11.00	38+180.00	14.00
41+221.00	3.00	40+890.00	5.00
41+420.00	10.00	40+940.00	4.50
41+790.00	3.00	49+242.00	7.00
41+840.00	3.00		
41+890.00	3.00		
41+960.00	3.00		
42+280.00	5.60		
42+330.00	3.00		

42+540.00	3.00
42+680.00	6.50
42+840.00	25.00
42+920.00	10.00
44+320.00	16.00
44+710.00	18.00
44+760.00	16.50
44+900.00	3.00
45+038.00	2.50
45+599.00	13.00
45+620.00	15.00
46+450.00	19.00
46+500.00	18.00
46+710.00	3.75
46+760.00	4.00
47+220.00	3.50
47+410.00	2.00
47+460.00	22.00
47+960.00	13.20
48+130.00	16.00
48+180.00	8.00

RAMAL			
LADO IZQUIERDO		**LADO DERECHO**	
KM	LONG. (m)	KM	LONG. (m)
100+057.00	3.00	100+220.00	20.00
100+220.00	12.00	100+500.00	2.00
		100+550.00	5.00
		101+490.00	5.00
		101+540.00	13.00
		101+580.00	15.00
		101+940.00	6.00
		102+050.00	11.00
		102+100.00	5.00
		102+400.00	13.00

102+530.00	8.00
102+580.00	13.00
102+700.00	7.00
102+860.00	6.50

I.6.4.3.4. Contracunetas

Las contracunetas son estructuras de canal abierto anteriores a los taludes, su función es canalizar el agua anticipadamente hacia la cuneta mediante unos canales conectores llamados lavaderos, éstos a su vez, permiten regular el flujo para evitar chorros a la superficie carretera que se encuentra a un nivel inferior. De esta forma, se salvaguarda la superficie del talud evitando el deslave de éste. Para el proyecto se consideran un total de 4,733 m de cunetas, siendo 3,549 m en la troncal y 1,184 m en el entronque.

Cuadro 20. Localización de las contracunetas del presente proyecto.

CONTRACUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
37+780.00	38+480.00	700.00	41+220.00	41+400.00	180.00
39+040.00	39+400.00	360.00	46+880.00	47+400.00	520.00
41+460.00	42+280.00	820.00	**Total**		**700.00**
43+698.00	44+060.00	362.00			
44+620.00	44+820.00	200.00			
45+183.00	45+360.00	177.00			
48+860.00	48+943.00	83.00			
49+180.00	49+204.00	24.00			
49+260.00	49+383.00	123.00			
Total		**2,849.00**			
RAMAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
100+240.00	100+560.00	320.00			
100+900.00	101+420.00	520.00			

102+954.00	103+145.00	191.00
103+320.00	103+473.00	153.00
Total		**1,184.00**

I.6.5. Datos del sector

El proyecto se rige por el Capítulo II del Reglamento de la LGEEPA, específicamente bajo los supuestos del Artículo 5:

I.6.5.1. Sector

Vías generales de comunicación

I.6.5.2. Subsector

Infraestructura carretera

I.6.6. Inversión requerida para la obra

En este respecto según el centro SICT Oaxaca se tiene un monto total estimado de inversión para proyecto de $206,467,687.58 de pesos M.N (doscientos seis millones cuatrocientos sesenta y siete mil seiscientos ochenta y siete pesos mexicanos). los cuales son de origen federal, distribuyéndose de la siguiente manera:

Cuadro 6.-Inversión del Proyecto

Rubro	Troncal	Libramiento	Total
Terracerías	$31,263,398.00	$10,480,640.87	**$41,744,038.87**
Obras De Drenaje mayores y menores	$50,353,017.92	$22,839,701.65	**$73,192,719.57**
Pavimentos	$31,331,326.22	$9,605,171.00	**$40,936,497.22**
Señalamiento	$14,813,649.61	$6,328,431.30	**$21,142,080.91**
Obras Y Dispositivos Diversos	$724,756.25	$249,292.26	**$974,048.51**
Total	$128,486,148.00	$49,503,237.08	**$177,989,385.08**
IVA (16%)	$20,557,783.80	$7,920,517.93	**$28,478,301.73**
Total Con IVA	$149,043,932.58	$57,423,755.01	**$206,467,687.58**

I.6.7. Inversión requerida propuesta para las medidas de mitigación

La inversión requerida para el cumplimiento de las condicionantes y medidas de mitigación propuestas asciende a la cantidad de $xxxxx M.N. Dicho monto se distribuirá de manera estratégica entre las acciones de [Mencionar ejemplos: rescate de flora y fauna, control de polvos y erosión, y gestión de residuos]. Esta partida presupuestaria garantiza la viabilidad ambiental del proyecto y el cumplimiento estricto de la normativa vigente establecida por la SEMARNAT.

Cuadro 7.-Monto propuesto para la implementación de medidas de mitigación

I.6.8. Programa de trabajo

Las actividades que se plantean en el programa de trabajo se ejecutarán de acuerdo con el proceso constructivo, sin embargo, cabe destacar que las actividades relacionadas con la protección al ambiente se llevarán a cabo de manera permanente hasta finalizar la obra, destacando, además, que se llevara un seguimiento de las medidas de mitigación propuestas y empleadas. Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vía útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, que quedarán a disposición de la SCT. En el siguiente apartado se presenta la descripción de las actividades a ejecutar durante las distintas etapas del proyecto. El Periodo para la preparación del sitio y construcción se considera como mínimo de 7 años tal como se desglosa a continuación.

Cuadro 21. Programa de trabajo del proyecto

Etapa	Obras y actividades	Año 1						Año 2						Año 3						Año 4						Año 5						Año 6						Año 7 a 30 años					
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	23	28	30	32	34	36	38	40	42	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
Preparación del sitio	Rescate de flora																																										
	Rescate y reubicación de fauna																																										
	Despalme																																										
Cortes y excavaciones																																											
Obras de drenaje																																											
Terracerías																																											
Asfaltado																																											
Señalamiento																																											
Medidas de mitigación	Reubicación de flora a vivero																																										
	Mantenimiento de las especies de flora																																										
	Monitoreo y evaluación de sobrevivencia de los individuos de flora reubicados																																										
	Pasos de Fauna																																										
	Programa de reforestación																																										
	Mantenimiento de reforestación																																										

Etapa	Obras y actividades	Año 1						Año 2						Año 3						Año 4						Año 5						Año 6						Año 7 a 30 años					
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	23	28	30	32	34	36	38	40	42	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
	Monitoreo y evaluación de sobrevivencia de la reforestación																																										
	Obras de conservación de suelo y de agua																																										
	Programa de manejo de residuos solidos																																										
	Supervisión ambiental																																										

Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vida útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, que quedaran a disposición de la SCT.

I.6.9. Preparación del sitio

I.6.9.1. Desmonte

Para el presente proyecto el desmonte comprenderá actividades específicas de tala (que consiste en cortar árboles y arbustos), roza (corte y retiro de malezas, hierba, zacate o residuos de siembras), desenraice (retiro de troncos o tocones con o sin raíces) y la limpia y disposición final, que consiste en retirará el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la SCT.

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 la zona destinada a la construcción, evitando dañar vegetación fuera del área indicada (ceros de taludes). El desenraice se ejecutará, por lo menos, dentro de las superficies limitadas por líneas trazadas a lo largo de ceros de cortes y terraplenes. Las ramas de los árboles situadas fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas.

La actividad general de desmonte solo se podrá ejecutar cuando el rescate de flora y fauna hayan sido realizados, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Todos los árboles que se encuentren dentro del área que ocupará la calzada del camino tendrán que ser marcados mediante una clave en la parte baja del tocón, misma que deberá ser designada por el responsable Técnico Forestal que indique el Promovente, con la única condición de contar con el Registro Forestal Nacional. Posteriormente al marqueo de los árboles, se llevará a cabo su derribo. Para este efecto se puede utilizar motosierras, machetes, hachas, sierras manuales, cascos, guantes de carnaza, lentes de seguridad, entre otros.

Conforme a los análisis descritos en el Capítulo IV, se considera la remoción de las siguientes especies:

I.6.9.2. Despalme

El despalme consiste en la remoción del material orgánico que forma la capa superficial del suelo, se realizará a lo largo y ancho de las superficies que ocupará el camino en un espesor promedio de 20 cm, lo anterior se llevará a cabo para el desplante del terraplén y el área donde se realizará la ampliación, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal), para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de la terracería.

Para la ejecución del Despalme, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras. Previo al inicio del despalme, y una vez ejecutado el desmonte, se delimitará la zona de despalme, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

El espesor de despalme variará de acuerdo con lo señalado en el estudio de geotecnia, el material resultante podrá utilizarse para el recubrimiento de los taludes de terraplén, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos al término de la explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada los cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

I.6.9.3. Cortes y excavaciones

Los cortes y terraplenes se realizarán de acuerdo con los datos de construcción del proyecto geométrico. El volumen del material resultado de los cortes se aprovechará para la conformación de terraplenes.

Los cortes son excavaciones ejecutados a cielo abierto en el terreno natural, del ancho necesario para alojar la sección tipo del proyecto, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, en derrumbes y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-003/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria con las tolerancias ahí fijadas.

El material producto de esta operación si es adecuado y ordenado por la secretaría, se utilizará en la construcción de los terraplenes, en este sentido se ocupará el 70 % del material resultado de los cortes. Para excavaciones en préstamos de banco, en la obtención de los materiales para la formación de los terraplenes no compensados, se procederá de acuerdo con lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-008/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales extraídos de los frentes de ataque al sitio de almacenamiento o de proyecto, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la Obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los materiales no aprovechables o los desperdicios que resulten de los cortes en caso de no cumplir con las especificaciones de la secretaría se cargarán y transportarán a un sitio de almacenamiento temporal donde no estorben la extracción y tratamiento de los materiales aprovechables y donde no obstruyan el drenaje natural pudiendo ser en los patios de maquinaria. Al término de la actividad esos materiales se colocarán y extenderán en los fondos de las excavaciones y en los taludes, extendiéndolos para formar una

superficie uniforme y estable, de forma que el producto del despalme quede en la superficie con el propósito de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El transporte y disposición de los materiales se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N·CTR·CAR·1·01·013, Acarreos.

Es importante señalar que el volumen a requerir de los bancos de materiales autorizados será establecido por la empresa constructora.

I.6.9.4. Formación y compactación de terraplenes

Son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes, o procedente de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la secretaría, el cuerpo del terraplén se construirá de acuerdo con el espesor y compactación indicados en el proyecto o de acuerdo con los terraplenes en la ampliación de la corona de terraplenes existentes. Para los conceptos de terraplenes, se considerará lo señalado en la cláusula D de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte (20) centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural. El material proveniente de cortes o bancos se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material. En caso de material compactable, éste se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminando el agua excedente.

Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo le ancho de la sección. Cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles, donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas, utilizando equipo mayor, dichos lugares se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante. El nivel de la plantilla será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a colocar una primera capa a volteo

de espesor suficiente para que soporte al equipo. Seguida a la capa de terraplén y como parte final se construirá una capa subrasante de 0.30 m de espesor. Los materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

La Formación y Compactación de Terraplenes se ajustará a lo establecido en las cláusulas G.3 Tendido y Conformación y G.4 Compactación o Acomodo, ambas pertenecientes a la Norma N-CTR-CAR-1-01-009 Terraplenes.

Cuadro 22. Características del Terraplén

Cuerpo de Terraplén	Valor
Límite líquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR); % mínimo	5
Expansión; %, máxima	5
Grado de compactación; %	90 ± 2
Capa Subrasante:	Valor
Tamaño máximo; mm.	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %; máximo	12
Valor Soporte de California (CBR); %, mínimo	20
Expansión; %, máxima	2
Grado de compactación; %	100 ± 2

I.6.10. Etapa de construcción

I.6.10.1. Mezclado, tendido y compactado de la subrasante

La capa subrasante es la porción subyacente a la sub -corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se les conoce como subrasante económica. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades prejudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación. Excavación de prestamos para capa subrasante

Para la ejecución de los Préstamos, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras, y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Antes de abrir un frente en el banco, se delimitará la zona por excavar mediante estacas u otras referencias; la zona por excavar se desmontará y despalmará, según lo establecido

en las Normas N-CTR-CAR-1-01-001 Desmonte y N-CTR-CAR-1-01- 002 Despalme, respectivamente.

Las excavaciones en los bancos se ejecutarán en la forma más regular posible, en seco salvo que la Secretaría, apruebe otra cosa, con el talud que garantice la estabilidad del frente, sin aflojar el material, ni alterar las áreas fuera de la zona delimitada, ejecutándose las excavaciones de manera que se permita el drenaje natural del banco Al término de la explotación del banco, además de las medidas de mitigación al impacto ambiental que procedan, se afinarán los fondos de las excavaciones, se tenderán y afinarán sus taludes de manera que queden de 1:1.5 o más tendidos, salvo que se trate de frentes de roca y se proveerá un adecuado drenaje.

Si al término de la explotación del banco, los materiales de los taludes resultan fragmentados o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido, amacizando los taludes.

Una vez afinados los fondos y los taludes de las excavaciones, los materiales no aprovechables o los desperdicios que hayan resultado de la explotación, se colocarán sobre aquellos, extendiéndolos para formar una superficie uniforme y estable, de forma que el producto del despalme quede en la superficie con e l propósito de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Los materiales aprovechables que se extraigan del banco y que no requieran tratamiento, se disgregarán con el equipo que se utilice en la excavación y marros, y si es necesario, se pepenarán y eliminarán las partículas de tamaños mayores al establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Los materiales que requieran ser cribados se pasarán por cribas mecánicas que aseguren la eliminación de las partículas mayores al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, o clasifiquen el material separándolo por tamaños.

Los materiales que requieran ser triturados parcialmente y cribados, se triturarán al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con el equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica fijada, El material se hará pasar totalmente por el equipo, aunque solo una parte de él se triture, determinando previamente el porcentaje por triturar.

Los materiales extraídos del frente del banco o pepenados, que requieran ser triturados totalmente y cribados, se triturarán al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con el equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica fijada.

Para este concepto regirán los criterios de aceptación o rechazo señalados en la cláusula H de la Norma N-CTR-CAR-1-01-008 Bancos, y cláusula I de la Norma N- CTR-CAR-1-01-013 Acarreos.

I.6.10.2. Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base

Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.3 m de espesor. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m, en caso de utilizar dos o más materiales se mezclaran en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Cada tapa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores a 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las irillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para dar terminación a la construcción de la sub-base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

I.6.10.3. Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica

I.6.10.3.1. Concreto hidráulico

Para la elaboración y colocación de concreto hidráulico, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras. El agua estará limpia y libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto. Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se colocará concreto hidráulico:

- Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo. En caso de que se presente una lluvia durante la colocación, se protegerán convenientemente las superficies del concreto fresco, para evitar deslaves o defectos en el acabado.
- Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 grados Celsius, salvo en aquellos casos que se apliquen procedimientos o se utilicen aditivos aprobados por la Secretaría.

- Cuando la evaporación sobre la superficie del concreto sea mayor de 1 kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo con las recomendaciones de la Pórtland Cement Association (PCA), a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto hidráulico y lo apruebe la Secretaría

Los materiales pétreos, el cemento Pórtland, los aditivos y las fibras que se empleen en la elaboración de concreto hidráulico, se mezclarán en las proporciones necesarias para producir un concreto homogéneo; el proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener un concreto de f'c=250kg/cm2 para las losas, y el recubrimiento de cunetas; y f'c=100kg/cm2 para la plantilla de las obras de drenaje. Esta determinación será responsabilidad del contratista de obra. Si en la ejecución del trabajo y ajuicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados, no se obtiene un concreto con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo, en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen serán imputables al Contratista de Obra.

Inmediatamente antes del colado del concreto hidráulico, toda la superficie por cubrir estará debidamente preparada, exenta de polvo, grasa o materiales extraños. No se permitirá el colado en superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría. La superficie por cubrir deberá estar húmeda desde el momento en que se termine la limpieza y hasta la colocación del concreto hidráulico.

El diseño de las obras falsas, cimbras y moldes, será responsabilidad del contratista de obra, y las construirá para cumplir lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. El concreto podrá ser elaborado en planta o en obra, siempre que ahí se cuente con el equipo apropiado para producir un concreto con las características establecidas en el proyecto. Durante el proceso de producción, no se cambiará de un tipo de concreto a otro, hasta que la mezcladora o las tolvas de las plantas hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

La mezcla no permanecerá más de veinte minutos en la revolvedora después de terminado el mezclado. Si por alguna razón la mezcla no fue vaciada inmediatamente después del mezclado, antes de vaciarla, se volverá a mezclar por lo menos durante un minuto. El contenido de la revolvedora se retirará por completo del tambor, antes de que los materiales para la siguiente revoltura sean introducidos en el mismo. Cuando se suspenda el trabajo de una revolvedora por más de treinta minutos, se lavará la tolva, el tambor y los canales, retirando completamente los residuos de concreto antes de volver a utilizarla.

A menos que la Secretaría indique otra cosa, inmediatamente antes y durante el colado, estará presente un representante suyo para inspeccionar, si así lo juzga necesario, la elevación de los desplantes, la solidez, dimensiones y demás requisitos de las obras falsas, cimbras o moldes, por lo que el Contratista de Obra dará aviso con veinticuatro horas de

anticipación al colado de cualquier estructura o parte de ellas. El concreto que se haya colocado en ausencia de un representante de la Secretaría sin previa aprobación de esta, será reemplazado si así lo estima conveniente la Secretaría.

No se dejará caer la revoltura desde alturas mayores de 1.5 metros ni se amontonará para después extenderla en los moldes; el lapso entre un vaciado y el siguiente, para el mismo frente de colado, será como máximo de treinta minutos, a menos que la Secretaría apruebe otra cosa.

Se empleará el número suficiente de vibradores para asegurar un correcto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen de concreto que se coloque.

Para ligar concreto fresco con otro ya fraguado, transcurridas de diez a setenta y dos horas de terminado el colado, se procederá a cepillar enérgicamente la superficie expuesta, con un cepillo de alambre y agua a poca presión, para quitar una capa de 0.5 centímetros de espesor aproximadamente, con objeto de obtener una superficie rugosa y resistente. Durante las diez primeras horas que sigan a la terminación del colado, se evitará que el agua de lluvia o alguna corriente de agua, deslave el concreto.

Una vez iniciado el fraguado y por lo menos durante las primeras cuarenta y ocho horas de efectuado el colado, se evitará toda clase de sacudidas, trepidaciones y movimientos en las varillas que sobresalgan, que interrumpan el estado de reposo, y alteren el acabado superficial con huellas y otras marcas.

I.6.10.3.2. Acero para concreto hidráulico

El acero y la soldadura cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 03. Acero y Productos de Acero y 04. Soldadura de la Parte 2. Materiales para Estructuras, del Libro CMT. Características de los Materiales. Para el habilitado y colocación del acero para Concreto Hidráulico, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Previo al habilitado y colocación del acero, se limpiará para que esté libre de aceite, grasa, tierra, óxido, escamas, hojeaduras o cualquier otra sustancia extraña. Antes de su utilización, se verificará que el acero no tenga quiebres o deformaciones de la sección.

Las varillas de refuerzo se doblarán lentamente, en frío, para darles la forma que fije el proyecto, cualquiera que sea su diámetro. Cuando la Secretaría apruebe, que la varilla se caliente para facilitar su doblado, la temperatura no excederá de doscientos grados Celsius, la cual se determinará por medio de lápices del tipo de fusión. La fuente de fusión no se aplicará directamente a la varilla y el enfriamiento deberá ser lento.

Los dobleces para estribos se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que dos veces el de la varilla. En varillas menores de 2.5 cm de diámetro, los

ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que 6 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180 grados o a 90 grados. En varillas de 2.5 cm o mayores, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de 8 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180 grados o a 90 grados. En una misma sección estructural no se permitirá empalmar más del cincuenta por ciento de las varillas de refuerzo. Los empalmes tendrán una longitud de 40 veces el diámetro, para varilla corrugada y de 60 veces el diámetro para varilla lisa, los empalmes se ubicarán en los puntos de menor esfuerzo de tensión. En los empalmes a tope, los extremos de la varilla se unirán mediante soldadura de arco. La preparación de los extremos será según lo indicado en el proyecto. Las juntas soldadas a tope tendrán una resistencia de por lo menos 125% de la resistencia de fluencia de las varillas soldadas. El refuerzo más próximo al molde quedará separado del mismo a una distancia mínima de 5 cm, mediante el uso de separadores de acero o dados de concreto. No se iniciará ningún colado hasta que la Secretaría inspecciones y apruebe el armado y la colocación del acero de refuerzo.

I.6.10.3.3. Base hidráulica

La base hidráulica se construirá con un espesor de veinte (20.0) centímetros en los anchos de corona señalados en las secciones de construcción de proyecto o indicados por la Secretaría, y deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Cuadro 23. Granulometría

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	ΣL > 106
37.5	11/2”	100
25	1”	70-100
19	¾”	60-86
9.5	3/8”	40-65
4.75	No. 4	30-50
2	No. 10	21-36
0.85	No. 20	13-25
0.425	No. 40	8-17
0.25	No. 60	5-12
0.15	No. 100	3-9
0.075	No. 200	0-5

Cuadro 24. Características de calidad

Característica	Valor
Límite líquido; %, máximo	25
Índice plástico; %; máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	50
Valor Soporte de California (CBR); %, mínimo	100
Desgaste los Ángeles; %, máximo	30
Partículas alargadas y lajeadas; %; máximo	35
Grado de compactación; %; mínimo	100

El tamaño del agregado pétreo será de 1 ½" a finos

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con las proporciones necesarias para obtener un material uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, y se hará mediante uno de los dos procedimientos indicados en la Cláusula G.2 de la Norma N-CTR-CAR-1-04-002 Subbases y Bases.

Antes de iniciar la construcción, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la Base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia su deterioro.

Se descargará el material sobre la subrasante, en cantidad prefijada por estación de veinte (20.0) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

Inmediatamente se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor al que el equipo pueda compactar al cien por ciento (100%). Si el tendido se realiza con extendedora, su tolva de descarga permanecerá llena para evitar la segregación del material; si esto ocurre, el Contratista lo remezclará por

su cuenta y costo. La compactación será del cien por ciento (100%) de su PVSM, y se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. La capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

I.6.10.3.4. Riego por impregnación

Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfaltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfaltico cuando la base se encuentre mojada.

El material que se utilizará en la aplicación de riegos de impregnación será Emulsión Asfáltica de rompimiento medio y tendrá las siguientes características:

Cuadro 25. Características de la emulsión asfáltica

De la emulsión:	Mínimo	Máximo
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	65	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	25	---
Asentamiento en 5 días, %; máximo	---	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	---	0.10
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	---	0.25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	90	---
Disolvente en volumen; %, máximo	---	5
Índice de ruptura; %	80	140
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	50 ± 10 (500 ±100)	
Penetración a 25°C, en 100_g y 5 s; 10-1 mm	100	250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	---

Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos en las siguientes condiciones:

1. Sobre superficies con agua libre o encharcada
2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo
3. Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
4. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius
5. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por encima de los diez (10) grado Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

El riego de impregnación se aplicará en todo el ancho de la base hidráulica señalado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, de tal manera que se tenga una penetración del asfalto sobre la base de medio (0.5) centímetro, en una proporción de 1.0 lt/m2

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materiales extraños, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.

En caso de ser necesario retrasar el rompimiento de la emulsión, y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente será necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira, y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra lo necesario para cumplir lo que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre, y el agua o el solvente según sea el caso, se haya eliminado.

La dosificación del material y la proporción por metro cuadrado será propuesta por el laboratorio de la empresa.

La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración se haya producido. Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al contratista, tendrá que ser reparada por su cuenta y costo.

Cuando por causas de fuerza mayor, y previa autorización de la Secretaría, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurra la penetración requerida, o si a juicio de la Secretaría existe exceso de material asfáltico en la superficie y éste no amerita ser removido, el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y procedimiento que apruebe la Secretaría.

I.6.10.3.5. Carpeta de concreto asfaltico

El equipo que se utilizará en la ejecución de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se sujetará a lo señalado en la Cláusula E de la Norma N-CTR-CAR-1-04- 006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente. Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se considerará lo señalado en la Cláusula D de la Norma N-LEG-3 Ejecución de Obras. El tamaño máximo del agregado será de ¾" a finos; y además deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro 26. Granulometría

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	ΣL > 106
50	2"	---
37.5	11/2"	---
25	1"	100
19	¾"	90-100
12.5	½"	72-90
9.5	3/8"	60-76
6.3	¼"	44-57
4.75	No. 4	37-48
2	No. 10	20-29
0.85	No. 20	12-19
0.425	No. 40	8-14
0.25	No. 60	6-11
0.15	No. 100	4-8

Cuadro 27. Características de calidad del material pétreo

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2.4
Desgaste de Los Ángeles; %, máximo	30
Partículas alargadas y lajeadas; %, máximo	35
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25
Resistencia a la compresión simple	4.5 kg/cm2
Contenido de disolventes a cemento asfáltico	0.05 a 0.08

La base de mezcla asfáltica se diseñará mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa, cumpliendo con los requisitos de calidad y con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) que se indican en los siguientes cuadros.

Cuadro 28. Características de calidad para el método Marshall

Característica	Valor
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	75
Estabilidad; N (lbf), mínimo	8000 (1800)
Flujo; mm (10-2 in)	2-3.5 (8-14)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3-8
Vacíos ocupados por el asfalto (VFA); %	65-75

Cuadro 29. Vacíos en el agregado mineral

Tamaño nominal del material % pétreo utilizado en la mezcla		Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC) de diseño %		
Aberturamm	**Designación**	**Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo**		
9.5	3/8”	14	15	16
12.5	½”	13	14	15
19	¾”	12	13	14
25	1”	11	12	13
37.5	11/2”	10	11	12

La carpeta asfáltica con mezcla en caliente será de cinco (5.0) centímetros de espesor, en el ancho de corona indicado en las secciones de construcción de proyecto, compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de su masa volumétrica máxima obtenida mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras estas no sean las adecuadas, considerando que no se trabajará en las siguientes condiciones:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas
- Cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual será construida este por debajo de los quince (15) grados Celsius
- Cuando la temperatura ambiente este por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de granulometría densa pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta, la superficie sobre la que se colocará deberá estar debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamiento de material asfáltico, sin irregularidades y reparados los baches que hayan existido.

Inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego de liga en toda la superficie en una proporción de 0.5 lt/m^2, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005, Riegos de Liga.

El material que se utilice en la elaboración del riego de liga será Emulsión Catiónica de Rompimiento Rápido, con las siguientes características:

Cuadro 30. Características de la emulsión catiónica

De la emulsión:	Mínimo	Máximo
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	65	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	40	---
Asentamiento en 5 días, %; máximo	---	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %,máx	---	0.10
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	---	0.25
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3
Índice de ruptura; %	---	100

Del residuo de la destilación:	Mínimo	Máximo
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	50 ± 10 (500 ±100)	
Penetración a 25°C, en 100_g y 5 s; 10-1 mm	110	250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	---

El material asfáltico que se utilizará en la construcción de la carpeta asfáltica será cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60°C con clasificación AC- 20 y deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro 31. Características de la carpeta asfáltica

Del cemento asfaltico original:	Mínimo	Máximo
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	200 ± 40 (2000 ± 400)	
Viscosidad cinemática a 135°C; mm²/s, mínimo (1 mm²/s = 1 centistoke)	300	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	120	---
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10-1 mm, mínimo	60	---
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	232	---
Solubilidad; %, mínimo	99	---
Punto de reblandecimiento; °C	48	56
Del residuo de la prueba de la película delgada:	Mínimo	Máximo
Pérdida por calentamiento; %, máximo	---	0.5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P), máximo	800 (8000)	---
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	50	---

El cemento asfáltico se transportará desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque de ferrocarril o buques-tanque, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera.

Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el material asfáltico, las tapas y llaves del tanque se sellarán en forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del material en el almacenamiento.

Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se va a almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto. Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.

Si en la ejecución del trabajo a juicio de la Secretaría, la calidad de la mezcla difiere de la de proyecto, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista y no darán lugar a reprogramación.

Durante el proceso de producción, no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material

El tendido se realizará con extendedora, y la descarga se hará directamente en su tolva; sobre la superficie donde se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, el Contratista ejecutará previamente un tramo de prueba, con una longitud de cuatrocientos (400) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que se utilizarán considerando que una vez compacta la carpeta del tramo de prueba, se verificará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H de la Norma N-CTR-CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente. En caso negativo, el Contratista construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que cumpla con lo indicado en dicha Cláusula

Si el tramo de prueba construido cumple con lo indicado en el párrafo anterior, podrá considerarse como parte de la obra y será objeto de medición y pago, de lo contrario no se medirá ni pagará y la Secretaría a su juicio, determinará si es necesario o no que el Contratista retire el tramo de prueba por su cuenta y costo.

Para el tendido de la mezcla, la compactación y el acabado el contratista observará y se sujetará a lo establecido en las Cláusulas G.7, G.8 y G.9 de la Norma N-CTR- CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente.

I.6.10.4. Proceso constructivo de los puentes.

El proceso constructivo del puente conta de 12 etapas las cuales se describen a continuación:

Infraestructura

1. Trazo, nivelación y trabajos preliminares.

a) con el apoyo de la brigada de topografía, localizar los puntos de referencia de trazo y cadenamientos correspondientes a los ejes de apoyo.
b) colocar los señalamientos de protección de obra en la zona de trabajo.
c) realizar los trabajos de despalme y corte de terreno por medios mecánicos.
d) verificar los niveles en campo.
e) construcción de plataformas de trabajo.
f) construcción de caminos de desvió o alternativas de tránsito vehicular.

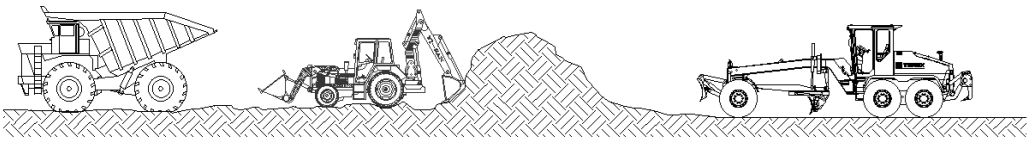


Figura 47. Figura ilustrativa de los trabajos de nivelación

2. Excavaciones

a) realizar las excavaciones hasta alcanzar el nivel de desplante de la cimentación señalada en planos, haciendo uso de medios mecánicos.
b) la excavación será ejecutada de acuerdo a las dimensiones, cotas, niveles y pendientes indicados en los planos del proyecto.

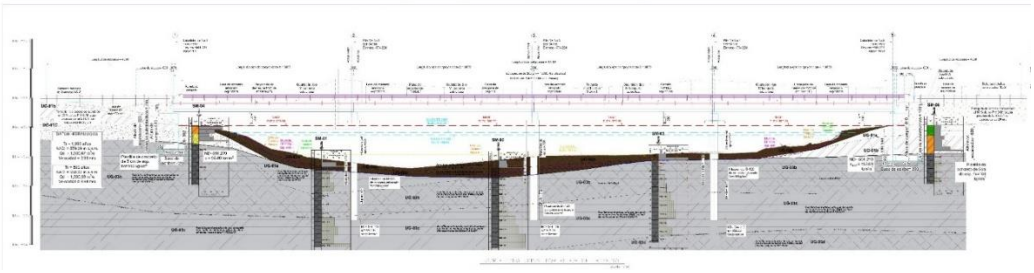


Figura 48. Perfil y profundidad de la de cimentación del puente

c) los materiales producto de la excavación serán dispuestos temporalmente a los costados de la excavación, de forma que no interfiera en los trabajos que se realizan y posteriormente ser transportado y retirado en la zona autorizada por la dependencia.
d) es responsabilidad de la contratista implementar los métodos de contención de terreno natural para garantizar la seguridad de los trabajadores y de la obra en ejecución.

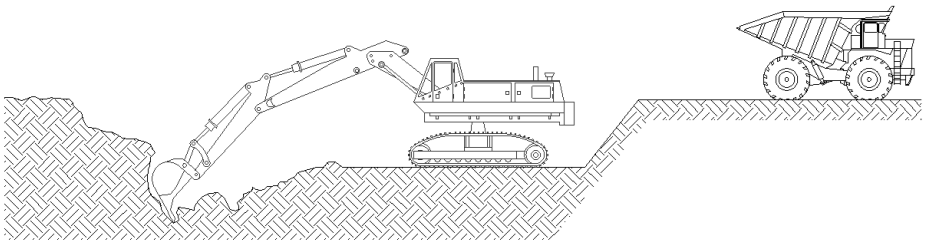


Figura 49. Figura ilustrativa de los trabajos de excavación

3. Construcción de plantilla de limpieza.

a) construcción de plantilla de 10 cm. De espesor de concreto con f'c= 150 kg/cm² sus dimensiones serán limitadas por la dimensión perimetral de la zapata en estribos y muros.

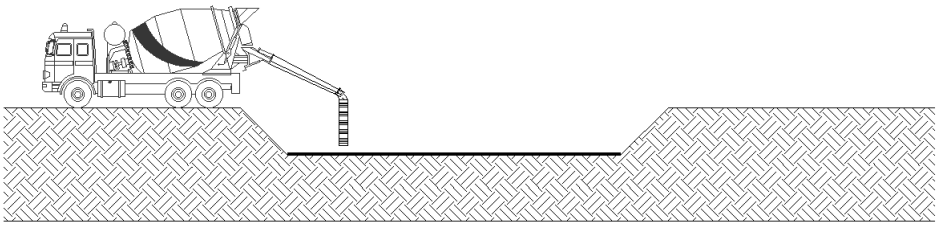


Figura 50. Figura ilustrativa la construcción de la plantilla

4. Construcción de estribos

a) habilitado de acero de refuerzo, cimbrado y colado de zapata con acero de espera de muros.

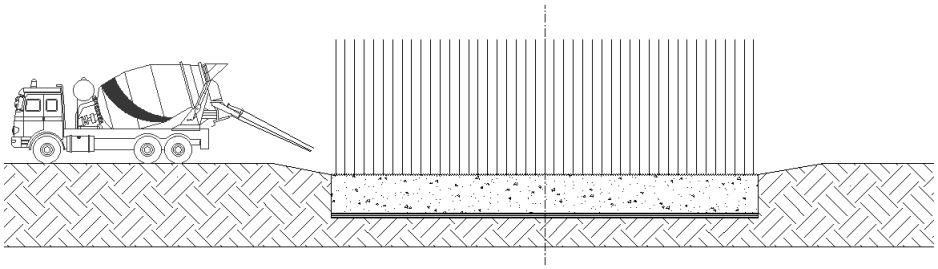


Figura 51. Figura ilustrativa de construcción de zapatas

b) habilitado del acero de refuerzo, cimbrado y colado de muros de estribos hasta el nivel de subcorona, en aleros el colado se llevará hasta nivel de coronamiento de muros.

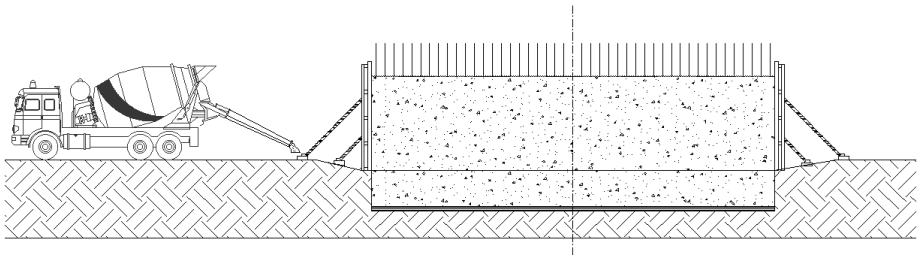


Figura 52. Figura ilustrativa de la construcción de los muros de los estribos



Figura 53. Figura ilustrativa de la construcción de los muros de los estribos en vista lateral

Subestructura

5. Construcción complementaria de estribo: habilitado de acero de refuerzo y cimbrado de cabezales.

a) Decimbrar muros una vez que el concreto haya alcanzado su resistencia requerida.

b) Cimbrar y habilitar el armado de cabezales junto con el muro pantalla.
c) Dejar anclado los armados del muro diafragma, topes sismicos y bancos de apoyo al armado del cabezal y para su colado posterior.
d) Cimbrar y colar.

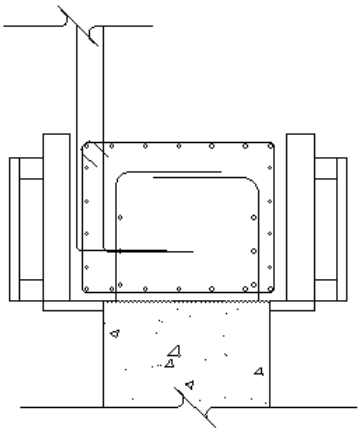


Figura 54. Figura ilustrativa de la construcción de cabezales

6. Construcción complementaria de cabezal de subestructura: bancos, topes y diafragma.

a) una vez alcanzada la resistencia requerida en los cabezales se empezará a habilitar el armado complementario para los topes sísmicos, de los bancos de apoyo, muro de respaldo y aleros.
b) cimbrar y colar los topes sísmicos y los bancos con concreto f'c= 300 kg/cm².
c) cimbrar y colar muro de respaldo.

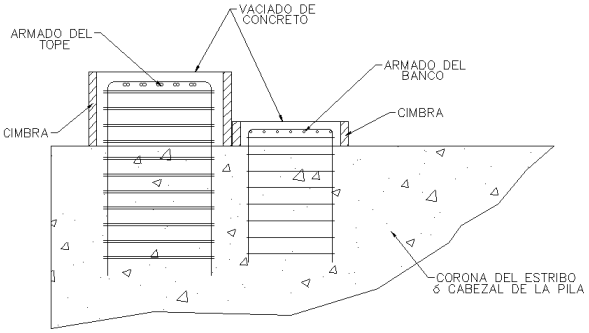


Figura 55. Figura ilustrativa de la construcción de la sub estructura

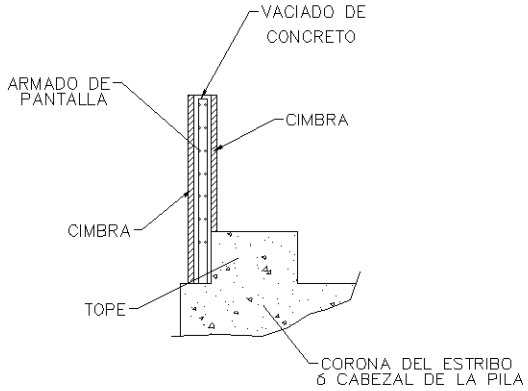


Figura 56. Figura ilustrativa de la construcción de la sub estructura, vista lateral

Superestructura

7. Colocación de apoyos elastomericos y montaje de trabes

a) una vez que los topes y los bancos hayan alcanzado su resistencia se colocan todos los apoyos de neopreno.
b) aviolinar trabe

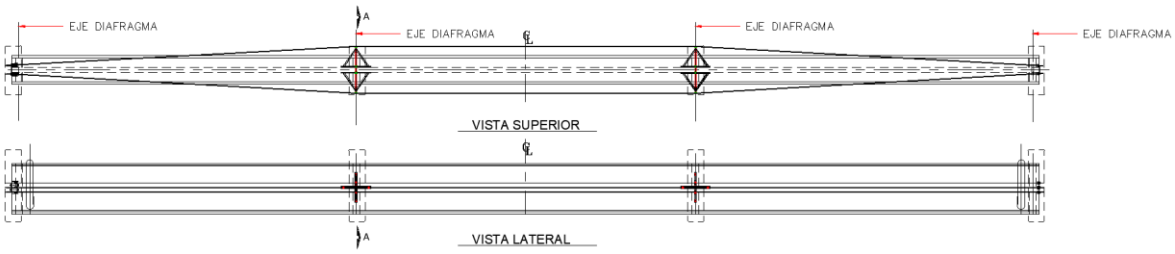


Figura 57. Figura ilustrativa de la colocación de las juntas de neopreno

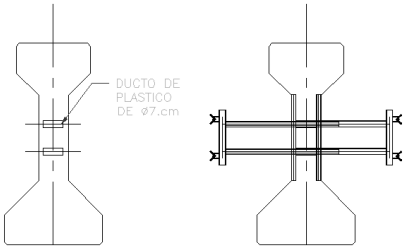


Figura 58. Figura ilustrativa de la colocación de las juntas de neopreno vista lateral

c) Transportar, izar y montar las trabes, teniendo cuidado de ubicar los apoyos en cada uno de los ejes

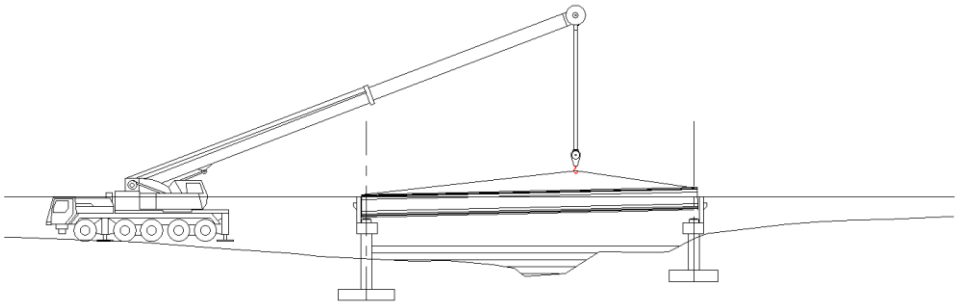


Figura 59. Figura ilustrativa del montaje de las trabes

d) Una vez montadas las trabes se apuntalarán mediante polines sobre cabezales para evitar la caída y provoque el denominado efecto domino

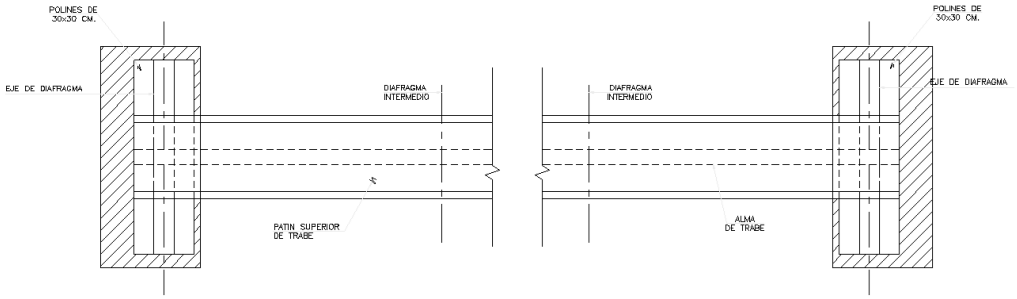


Figura 60. Figura ilustrativa del apuntalaje en los cabezales

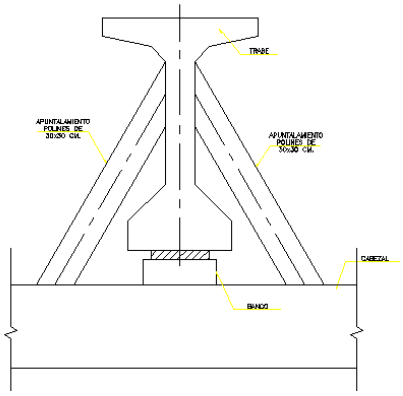


Figura 61. Figura ilustrativa del apuntalaje en los cabezales vista lateral

e) Se ejecuta el colado monolítico de losa y diafragmas.
f) alcanzada la resistencia en el concreto de los diafragmas, se procede al tensado de diafragmas según lo especificado en el plano de proyecto (se tensará cuando el concreto alcance el 90% f´c).
g) construcción de pantallas en elementos de subestructura.

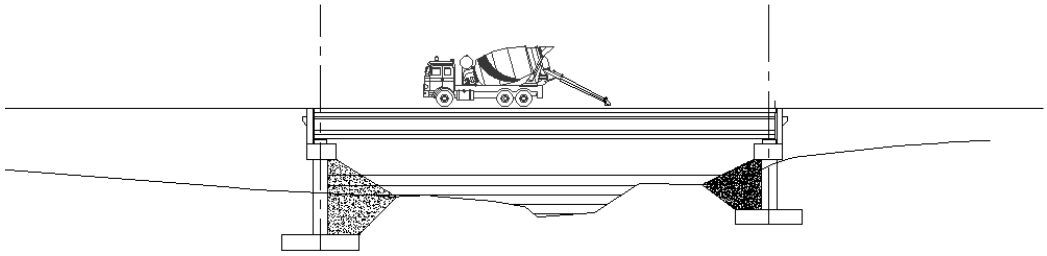


Figura 62. Figura ilustrativa del colado de la losa

8. Construcción de terraplenes de accesos en zonas de ligas y construcción parcial en zona de estribos, trabajos complementarios de rellenos en subestructura

a) construcción parcial de terraplenes de acceso en zona de estribos
b) en el estribo no.1 se colocará concreto ciclopeo al frente del muro y en el estribo no.2 se colocará al frente y por la parte posterior del muro.

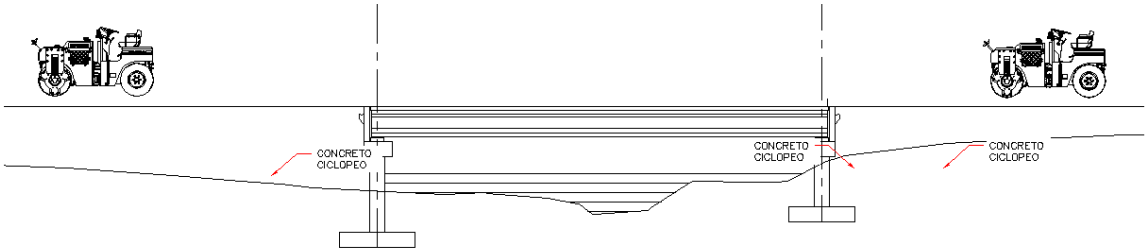


Figura 63. Figura ilustrativa de la construcción de terraplenas en las zonas de acceso

9. CONSTRUCCIÓN DE LOSA Y DIAFRAGMAS DE SUPERESTRUCTURA

a) Habilitar el armado de los diafragmas.
b) cimbrar los diafragmas.

c) cimbrar voladizo de la losa.
d) habilitar y colocar el armado de la losa.
e) colocar el armado necesario de las guarniciones antes de colar la losa
f) dejar las reservaciones para la junta de calzada.

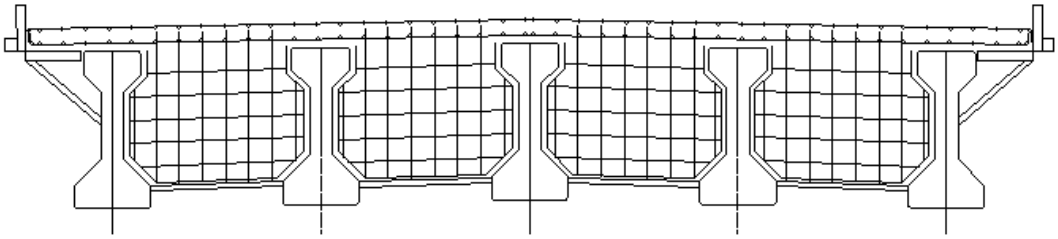


Figura 64. Figura ilustrativa del armado de la losa y guarniciones

10. Habilitado del acero complementario de guarniciones, colado de guarniciones, banqueta, remates y construcción de parapeto.

a) ya que haya fraguado el concreto de la losa se empezará a habilitar el armado de las guarniciones con sus remates.
b) cimbrar y colar guarnición, banqueta y remates.
c) colocar y nivelar las placas para las pilastras del parapeto metálico.

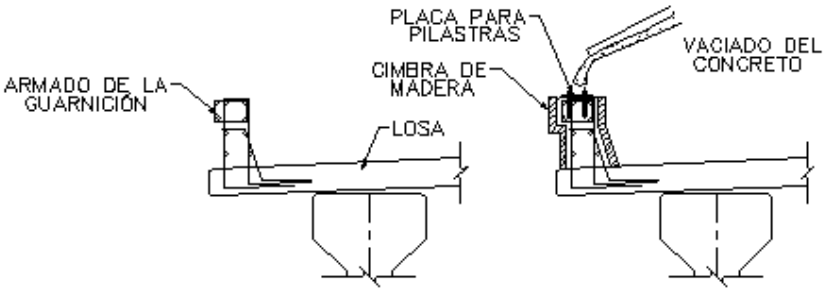


Figura 65. Figura ilustrativa del armado de la losa y guarniciones vista lateral

11. Colocación de juntas de dilatación.

a) cuando se tenga la losa terminada, se realiza el habilitado y colocación de la junta de dilatación según proyecto (se colocará junta tipo mex t-50).

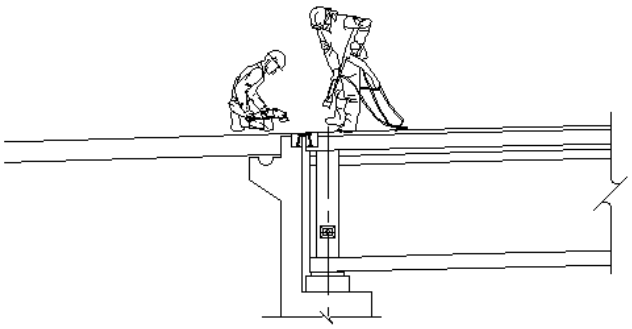


Figura 66. Figura ilustrativa colocación de las juntas

I.6.10.4.1. Proceso constructivo de obras de drenaje

La excavación para alcantarillas se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo indicado en la E.P.11 Excavación para Estructuras.

La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado de la alcantarilla, para permitir la compactación del material de relleno. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Se excavarán canales de entrada y salida con la geometría y longitud establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

La plantilla de apoyo para la alcantarilla se formará con una capa del espesor y con los materiales, el grado de compactación y el nivel indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría, dependiendo del tipo de terreno sobre el que se apoyará. La geometría final de la plantilla será similar a la del tubo.

La colocación de las alcantarillas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, ubicando siempre el extremo con la junta tipo macho hacia aguas abajo.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, las juntas entre tubos y las perforaciones para el manejo de los tubos, se sellarán con mortero de cemento arena en proporción uno a tres (1:3).

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, una vez colocada la tubería sobre la plantilla, se construirá un chaflán en ambos lados de los tubos, entre éstos

y la plantilla, en toda su longitud. Este chaflán tendrá sección triangular con base y altura de veinte (20) centímetros, elaborado con mortero de cemento-arena en proporción uno a tres (1:3). Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Secretaría.

El relleno colocado en los costados (acostillado) y alrededor de los tubos circulares, se compactará simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de quince (15) centímetros, con el material y al grado de compactación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·01·011, Rellenos.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, para protección de la estructura se formará sobre el tubo un terraplén de sección trapezoidal con base superior igual a tres (3) veces el diámetro de la alcantarilla y colchón mínimo de un (1) metro, compactado a mano o con equipo manual, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·01·011, Rellenos.

Los extremos de la alcantarilla se sujetarán con muros de cabeza de mampostería, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en las Normas N·CTR·CAR·1·02·001, Mampostería, N·CTR·CAR·1·02·003.

A la entrada y a la salida de la alcantarilla, en caso de que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·02·002, Zampeado.

I.6.10.4.2. Proceso Constructivo Para Las Cuentas

Deberán construirse cunetas en las secciones en cajón y balcón. La cuneta se construirá con un ancho de 1.00 m y profundidad de 0.33 m. Por ser un suelo erosionable y por tener pendientes del 12% será necesaria que las cunetas sean revestidas de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm2 con un espesor de 8 cm.

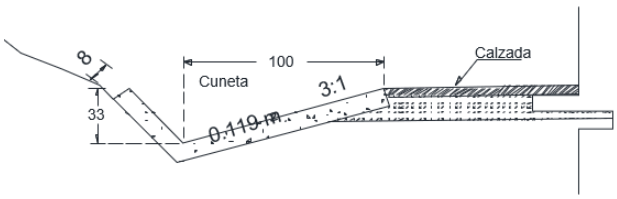


Figura 67. Diseño de cuentas

I.6.10.4.3. Proceso Constructivo De Bordillos

Para la construcción de bordillos se colocarán varillas del #3 de 22 cm de largo, quedando 10 cm debajo del terreo, y se moldearán de manera que la base sea de 16 cm, y la parte superior de 8 cm

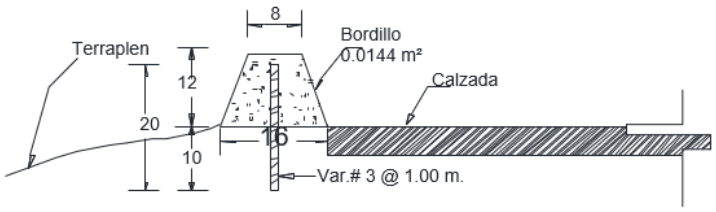


Figura 68. Diseño de bordillos

I.6.10.4.4. Proceso Constructivo De Lavaderos

En los terraplenes con altura mayor de 0.50 m, se construirán lavaderos sobre el talud del terraplén con concreto y en la superior con una guarnición ambos de concreto f'c = 150 kg/cm2 con una sección de base de 50 cm. y altura de 15 cm. Y se ubicaran de acuerdo al proyecto geométrico.

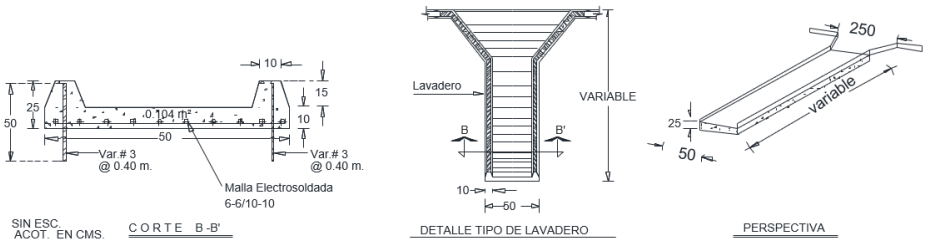


Figura 69. Diseño de lavaderos

I.6.10.4.5. Proceso Constructivo Para Las contra cuentas

Se construirán contracunetas de mampostería de 3ra, con una base mayor de 1 m., base menor de 60 cm., concreto de espesor de 15 cm., en promedio de tendrá una profundidad de 40 cm

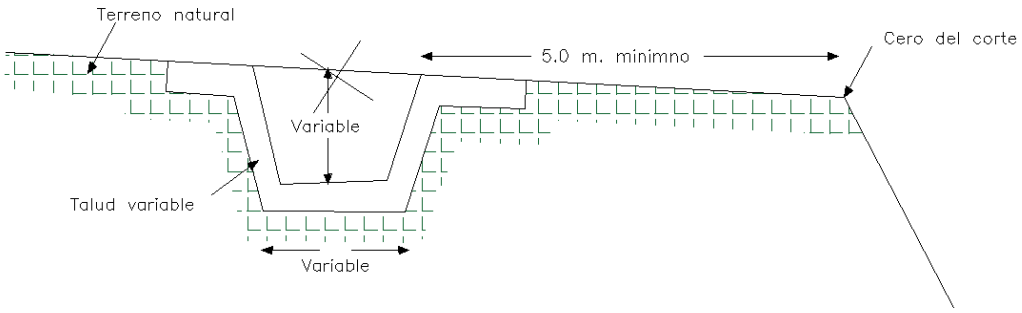


Figura 70. Diseño de contracuentas

I.6.10.5. Señalamiento horizontal

Los materiales que se utilicen en la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-5-01-001 Pinturas para Señalamiento Horizontal, así como en la demás Normas aplicables del Libro CMT, Características de los Materiales.

El equipo que se utilice se sujetará a lo establecido en la Cláusula E de la Norma N-CTR-CAR-1-07-001 Marcas en el Pavimento.

Para la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán, mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán o colocarán marcas en el pavimento sobre superficies húmedas, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

Antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se aplicarán o colocarán las marcas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizará agua a presión o una barredora.

Previo a su aplicación, se indicará su ubicación mediante un premarcado sobre el pavimento en los lugares señalados en el proyecto, marcando puntos de referencia, con la ayuda de equipo topográfico y un hilo guía.

Raya amarilla central continua separadora de carriles de circulación: Será de color amarilla retro reflejante, continua y de diez (10) cm de espesor.

Raya blanca continua en la orilla de la calzada lado derecho e izquierdo. Será de color

blanca retro reflejante, discontinua y de diez (10) cm de espesor.

Vialetas: Una vez terminados los trabajos de señalamiento horizontal se colocarán vialetas, éstas serán del color blanco para las rayas blanca en la orilla del camino; y amarillas para las rayas amarilla central continua separadora de carriles; serán de alta intensidad de dos caras colocándolas de la manera indicada en el proyecto de señalamiento; con pegamento epóxico de dos componentes “A” y “B”, que se mezclarán en relación 1:1 debiendo ser revuelta hasta obtener un color gris uniforme y sin estrías.

El tiempo de vida útil de la mezcla debe ser de 35 min. para 150 gr. Las violetas estarán bien alineadas y adheridas a la carpeta existente; de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, cuidando que el reflejante se orienten en la dirección de circulación de los vehículos; la fijación al pavimento deberá hacerse cuando la temperatura ambiente sea la recomendada por el fabricante y protegiendo las vialetas colocadas de la acción de los vehículos en circulación de manera adecuada, hasta que haya transcurrido dos horas que es el tiempo en que el adhesivo habrá endurecido.

I.6.10.6. Señales verticales

Las señales y demás materiales que se utilicen en su instalación cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-5-02-002 Lámina y Estructura para Señalamiento Vertical, y N-CMT-5-03-001, Calidad de Películas Retrorreflejantes, así como a las demás Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales.

A continuación, se presentan las medidas de los tableros de la señalización:

Tableros de las Señales	Medida en cm
Preventivas y restrictivas	71x71 cm
Informativas de destino	40x239 cm
Informativas de identificación con ruta	30x120 cm
Informativas de identificación sin ruta	30x76 cm

Las señales deberán ser fabricadas con película Tipo B conocida normalmente como grado diamante, con microprismas de policarbonato embebidos en una resina plástica transparente, sin elemento reflector metálico, con una superficie exterior plana y lisa, y deberán ser tratadas químicamente contra la oxidación.

Todas las láminas deberán ser pintadas con primario anticorrosivo color gris mate en la parte posterior, a la parte frontal se le dará el acabado correspondiente según el tipo de señal y conforme al manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras

vigentes editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el espesor de la película del primario será de dos a tres milésimas de pulgada. En la cara frontal de la señal se aplicará una película adherible scotchlite, del color según el tipo de la señal y en esta superficie se pintará el símbolo.

El pegado de la película reflejante deberá ser por medios mecánicos (no manual) y no deberán presentar burbujas de aire, ya que esto reduce la vida útil de la señal.

La pintura de acabados deberá ser a base de epóxico catalizador con aplicación electrostática (pintura de horneo) y junto con el papel reflejante deberá cumplir plenamente con las especificaciones técnicas detalladas en los manuales de la SCT

Las láminas se deberán fijar en un poste de perfil cuadrado PTR de 2” X 2” X 3.50 m de longitud, calibre 14, galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo con las Normas ASTM A-123. La excavación para el ahogado de los postes será de 20 X 20 X 50 cm de profundidad. El concreto se elaborará en el lugar con una resistencia de 100 kg/cm2.

Para la instalación de las señales verticales bajas se considerará lo señalado en la Cláusula D de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

La estructura de las señales bajas se instalará de tal manera que los postes de apoyo queden verticales, y los tableros de las señales se instalarán en las estructuras de soporte de tal manera que queden perpendiculares a la dirección del tránsito. La estructura de las señales puede instalarse con el tablero de la señal fijo, siempre y cuando no se maltrate dicho tablero durante las maniobras de instalación. Los postes de soporte de las señales quedarán ahogados en la excavación y con concreto hidráulico.

I.6.11. Operación y mantenimiento

I.6.11.1. Bacheo

Se deberá realizar una revisión periódica sobre la carpeta asfáltica sobre todo al término del periodo de lluvias, ya que se pueden presentar agrietamientos en la estructura del pavimento el cual requerirá de bacheo.

I.6.11.2. Señalamientos horizontales y verticales

De igual manera se deberán realizar revisiones en la estructura de los señalamientos para renovarlos en caso de pérdida y/o maltrato, se deberá revisar las líneas de división de cada carril y en su caso repintar dichas líneas.

I.6.11.3. Drenaje

Para las tuberías, las actividades clave incluyen la inspección regular para detectar obstrucciones, grietas o deformaciones, la limpieza para remover sedimentos y desechos acumulados, y la reparación o reemplazo de secciones dañadas. En puentes, el mantenimiento se centra en la inspección de la estructura para identificar signos de corrosión, fisuras u otros daños, la limpieza de elementos como barandales ysuperficies de rodamiento, y la aplicación de tratamientos protectores para prevenir el deterioro. Además, se deben realizar labores de mantenimiento preventivo, como la poda de vegetación cercana que pueda obstaculizar el flujo de agua y la reparación de cualquier daño menor que se detecte a tiempo.

I.6.11.4. Actividades de Mantenimiento del Proyecto

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

Mantenimiento Preventivo. Este mantenimiento consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda, etc.

Mantenimiento Mayor. Este mantenimiento consiste en trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento de los accesos al puente.

Además, se tiene contemplado lo siguiente:

Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pinturas, etc.

Este mantenimiento se efectuará según el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil del puente vehicular y sus accesos.

I.6.12. Etapa de abandono del sitio

Dada la naturaleza del Proyecto, se considera de utilidad permanente; por lo que, una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, se llevarán a cabo las acciones de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, lo cual quedará a disposición de la SICT.

I.6.13. Generación, manejo y disposición de residuos

I.6.13.1. Residuos sólidos

En este rubro se considera la generación de los siguientes residuos:

- Residuos domésticos en los que se incluyen todos aquellos generados por las actividades de preparación del sitio y construcción, consumo de alimentos y otros insumos
- Residuos orgánicos en los que se incluyen los residuos vegetales producto del desmonte y despalme
- Residuos de manejo especial en los que se incluyen aquellos derivados de los materiales producto de cortes (arena, roca) o para las obras que hayan sido hechos en la etapa de construcción y que no hayan sido utilizados en alguna obra

Para el manejo de los residuos mencionados se colocarán tambos de plástico de 200 litros de capacidad rotulados por el tipo de residuo que deberá depositarse en estos y estarán recubiertos en su interior con bolsas de polipropileno para facilitar el manejo de residuos. Los residuos domésticos serán dispuestos en el basurero municipal, mientras que los residuos orgánicos podrán utilizarse como material para restituirlo en áreas aledañas que puedan aprovechar este tipo de residuos para mejorar la calidad del suelo, los residuos de manejo especial serán almacenados temporalmente y deberán ser manejados de manera adecuada según su naturaleza a los sitios donde indique la autoridad municipal o de ser el caso serán manejados por empresas autorizadas en materia de transporte y disposición final de residuos de manejo especial.

Se calculan con base en el número de trabajadores y la Tasa de Generación Per Cápita (GPC).

Fórmula:

$GR_{RSU} = N \times GPC \times T$

- **GR_{RSU}**: Generación de residuos sólidos (kg).

- **N**: Número de trabajadores.
- **GPC**: Generación Per Cápita (kg/habitante/día).
- **T**: Tiempo de duración de la actividad (días).

Aplicando los datos seria 1, 629 kg de residuos sólidos en un mes

$$GR_{RSU}\ (60 \times 0.905^{1} \times 30) = 1,\ 629\ kg$$

I.6.13.2. Residuos peligrosos

Para este caso se considera residuos peligrosos a los lubricantes, aceites, grasas producto del mantenimiento de la maquinaria empleada en la construcción, así como los trapos, estopa, cartones y todo aquel material que entre en contacto o se impregne de estos productos durante el proceso constructivo u operacional del proyecto.

Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada realice el transporte y disposición final.

I.6.13.3. Residuos líquidos

No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo semisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

La obra en operación contemplará pendientes adecuadas, así como las obras complementarias de drenaje como alcantarillas, bordillos, lavaderos y cunetas convencionales para este tipo de proyectos. Para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes y cuyo flujo no dañe al terraplén del camino; para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

[1] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación.

En cuanto a los residuos industriales líquidos se prevé que para proteger el suelo por derrames accidentales de combustibles y aceites en los talleres serán construidas planchas de concreto con cárcamos o depósitos para recoger los derrames y disponerlos adecuadamente. En las reparaciones y mantenimiento de maquinaria se van a recoger los aceites usados en charolas que serán vaciadas en tambos de 200 litros los que a su vez serán almacenados temporalmente hasta que se acumule una cantidad suficiente para que una compañía autorizada y contratada para la recolección retire y dé tratamiento y disposición de estos residuos peligrosos. Este procedimiento se aplicará también para el caso del uso de las petrolizadoras cuando éstas requieran ser abastecidas. Cabe mencionar que las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre planchas de concreto para evitar que el asfalto se derrame y eventualmente contamine al suelo.

Para la cuantificación de los Residuos de Manejo Especial (RME) derivados de las actividades de preparación del sitio y construcción, se realizó un balance de masas basado en los volúmenes del Proyecto Ejecutivo para el Eje Troncal (13.0 km) y el Ramal (3.5 km).

Debido a que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece categorías de generadores basadas en el peso y no en el volumen, se aplicaron factores técnicos de abundamiento y densidad teórica para cada material. Lo anterior permite estimar con precisión la carga total que será transportada y dispuesta, garantizando el cumplimiento de la NOM-161-SEMARNAT-2011.

En este sentido, el material producto del despalme (capa orgánica de 20 cm) y las demoliciones de concreto y mampostería considerados residuos que no serán reintegrados a la estructura del pavimentose detallan en la siguiente memoria de cálculo.

Cuadro 32. Estimado de residuos de manejo especial generados en la obra

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Troncal		
Despalme de 20 cm de espesor, el material producto del despalme ya no se utilizará. Incluye: carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	m3	14,881.00
Demolición de concreto hidráulico reforzado y/o mampostería, el material producto de los trabajos se desperdicia según lo requiera el proyecto. Incluye: carga de material a unidades de transporte, Y DESMANTELAMIENTO DE TUBOSP.U.O.T.	m3	223.32
Ramal		
Despalme de 20 cm de espesor, el material producto del despalme ya no se utilizará. Incluye: carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	m3	4,884.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Demolición de concreto hidráulico reforzado y/o mampostería, el material producto de los trabajos se desperdicia según lo requiera el proyecto. Incluye: carga de material a unidades de transporte, Y DESMANTELAMIENTO DE TUBOSP.U.O.T.	m3	8.00
Total	m3	4,892.00

Respecto a los Residuos Peligrosos (RP), se establece de origen que para el presente proyecto no se contempla el uso de explosivos, eliminando así la generación de residuos asociados a este rubro.

La generación de RP se limitará exclusivamente al mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria pesada y vehículos de transporte (aceites lubricantes usados, filtros, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos). Debido a que la frecuencia de mantenimiento y el volumen de residuos dependen de las horas-máquina efectivas, el estado mecánico de cada unidad y el cronograma de la empresa constructora, no es técnica ni jurídicamente viable presentar una cuantificación fija y definitiva en esta etapa.

Cuadro 33. Estimado de residuos peligroso-generados en la obra

Concepto	Unidad	Cantidad	Observaciones
Aceites y Sólidos Impregnados	kg / L	*Variable*	Sujeto a bitácora de obra y mantenimiento de maquinaria.

I.6.14. Generación de gases de efecto invernadero

El IPCC define a los gases de efecto invernadero como el componente gaseoso de la atmósfera –ya sea de origen natural o antropogénico–, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero. Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua (H2O) producido por la evaporación del agua
- El bióxido de carbono (CO2) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales
- El metano (CH4) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo
- El óxido nitroso (N2O) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica

- El ozono (O3) cuando resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno

Cabe destacar que los sistemas de energía actuales se mueven por la combustión de los combustibles fósiles, y es durante esta combustión que el carbono y agua contenida en estos combustibles se convierten principalmente en dióxido de carbono (CO2) y agua, que liberan la energía química del combustible en forma de calor.

Como parte del proceso de construcción del puente, durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna.

Durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Regional, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente.

Los principales componentes de generación de emisiones son los que se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 34. Gases de efecto invernadero generados por el proyecto

Etapa	Actividad	Gases de efecto invernadero		
		Bióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso
Preparación del sitio	Desmonte	X	X	X
	Despalme	X	X	X
Construcción	Construcción de accesos	X	X	X
	Construcción de la subestructura	X	X	X
	Construcción de la superestructura	X	X	X
	Parapetos y guarniciones	X	X	X
	Pavimentos en accesos	X	X	X
Operación y mantenimiento	Operación	X	X	X
	Mantenimiento	X	X	X

Considerando el *ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero,* para realizar el cálculo de la emisión directa de GEI derivada del consumo y combustión de este por la maquinaria, se aplicaran las siguientes formulas:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CO_{2_i}$$

$$E_{CH_4} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_CH_{4_i}$$

$$E_{N_2O} = \sum_{i=0}^{n} VC_i * PC_i * FE_N_2O_i$$

Donde:

E_{CO2} = $Emision\ de\ bioxido\ de\ Carbono\ (t\ CO2)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

E_{CH4} = $Emision\ de\ metano\ (kg\ CH4)$

VC_i = $Consumo\ del\ i-$ésimi $combustible\ (t\ o\ m3)$

PC_i = $Poder\ calorifico\ del\ i-$ésimi $combustible\ (MJ\ /\ m3\ o\ MJ/t)$

FE_CO2_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ bioxido\ de\ carbono\ del\ i-$énesimo $combustible\ (t/MJ)$

FE_CH4_i = $Factor\ de\ emsión\ de\ metano\ del\ i-$énesimo $combustible\ (Kg/MJ)$

$FEN2Oi$ = $Factor\ de\ emsión\ de\ Oxido\ Nitroso\ del\ i-$énesimo $combustible\ (Kg/MJ)$

i = $El\ i-$ésimo $combustible\ empleado\ en\ año\ del\ reporte$

n = $El\ número\ de\ combustibles\ que\ se\ empelaron\ en\ el\ año\ de\ reporte$

En los siguientes cuadros se presentan los factores de emisión para maquinaria de construcción, independientemente del uso, potencia de la maquinaria y fabricante; y poder calorífico de los combustibles.

Cuadro 35. Factores de emisión de combustibles empleados

Descripción	CO^2(t/MJ)	CH^4(kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)
Diesel	0.000074100	0.000004150	0.000028600
Gasolinas y Naftas	0.000069300	0.000050000	0.000002000

Cuadro 36. Poder calorífico neto de los combustibles empleados

Combustible	Poder calorífico neto[2]
Diesel	5,990
Gasolinas y naftas	5,269
Gasolina	4,781

Cuadro 37. Valores de consumo de la maquinaria

Consumo Diesel	Excavadora	Retroexcavadora	Volteo	Martillo hidráulico
Consumo por hora efectiva de trabajo (litros)	260.95	88.95	300.95	88.95
Tonelada año	4008.19	1366.27	4622.59	1366.27

Considerando los valores anteriores y aplicando las fórmulas en el siguiente cuadro se muestran los valores de emisión de Gases d efecto invernadero, cabe aclarar que será responsabilidad de la constructora determinar las emisiones anuales.

Cuadro 38. Gases de efecto invernadero generados.

Maquinaria	CO^2(t/MJ)	CH^4(t/MJ)	N_2O (t/MJ)	GEI Totales Toneladas/año
Excavadora	1779.07	0.10	0.69	**1779.86**
Retroexcavadora	606.43	0.03	0.23	**606.70**
Volteo	2051.78	0.11	0.79	**2052.69**
Martillo hidráulico	606.43	0.03	0.23	**606.70**

I.6.1. Consumo de energía eléctrica y agua

Para la ejecución de la carretera, se estima un consumo eléctrico derivado de las actividades de supervisión, administración de campo y soporte técnico. Este consumo integra los requerimientos energéticos de los equipos electrónicos y de servicio necesarios para mantener la operatividad diaria del frente de obra.

[2] Obtenido de Lista de combustibles y sus poderes caloríficos (CONUEE) que se utilizarán para el reporte al RENE 2022

Cuadro 39. Consumo de energía eléctrica estimada por la obra

Oficinas/Campamento	Cantidad	Potencia (watts)	Horas de Uso/Diario	Consumo diario (kWh)	Consumo mensual (kWh)
Iluminación LED	10	15	12	1.8	54
Aires acondicionados	2	1200	8	19.2	576
Laptops/Computadoras	6	65	8	3.12	93.6
Refrigerador/Cocina	1	300	24	7.2	216
					939.6

Considerando el cuadro anterior anualmente se podría estar gastando **939.6 kWh** de energía eléctrica mensualmente.

Para el suministro de agua requerida en las actividades de mitigación de polvos y compactación, se ha determinado un Gasto Operativo (Ga) de **160 m^3** diarios. Este volumen se calculó considerando una flota de 4camiones cisterna con capacidad de 10m^3, operando durante una jornada de riego de 4 horas efectivas.

$$G_a = N \times C_h \times h$$

G_a: Gasto o volumen total de agua (m^3)

N: Numero de camiones cisterna operando

C_h: Capacidad de la pipa o gasto de descarga (m^3/hora)

h: horas efectivas de riego por día

De tal forma que mensualmente se estaría gastando **4 800 m^3** de agua.



Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

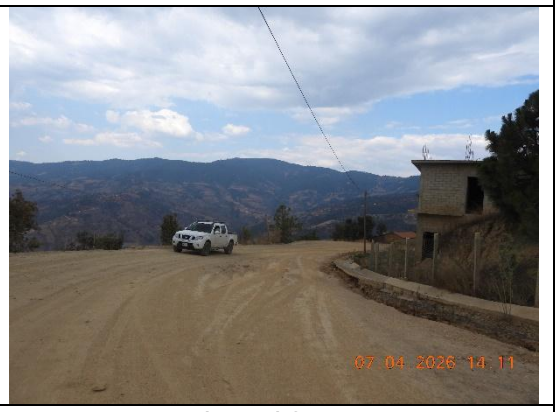
ANEXO 2. Cadenamiento cada 250 m sobre el eje del proyecto

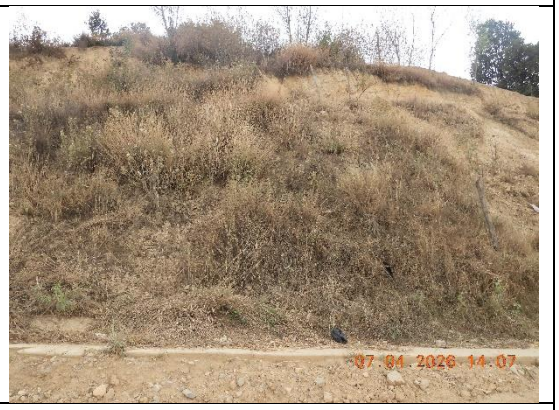
E.C. (HUAJUAPAN – JUXTLAHUACA)-SAN MARTÍN PERAS–BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.379 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA

1. Cadenamiento cada 250 metros sobre el eje

Troncal

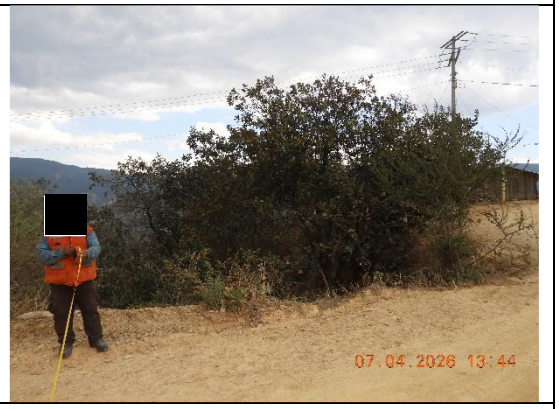
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
36+400	580612	1920508
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
36+500	580523	1920537
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
36+750	580594	1920629
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
37+000	580881	1920546
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
37+250	580865	1920679
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
37+500	580865	1920679
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
37+750	580736	1920872
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
38+000	580583	1921037
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
38+250	580374	1921113
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
38+500	580216	1921302
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
38+750	580102	1921475
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atras	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
39+000	580210	1921569
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
39+250	580060	1921736
		
	Vista la frente	Vista a ala derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

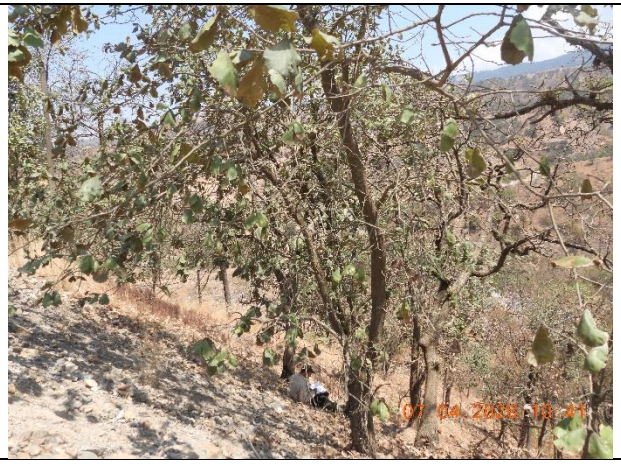
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
39+500	579995	1921834
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
39+750	580009	1921907
		
	Vista al frente	Vista a ala derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
40+000	579831	1922039
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
40+250	579784	1922165
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
40+500	579884	1922173
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
40+750	579716	1922261
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a ala izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
41+000	579718	1922331
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

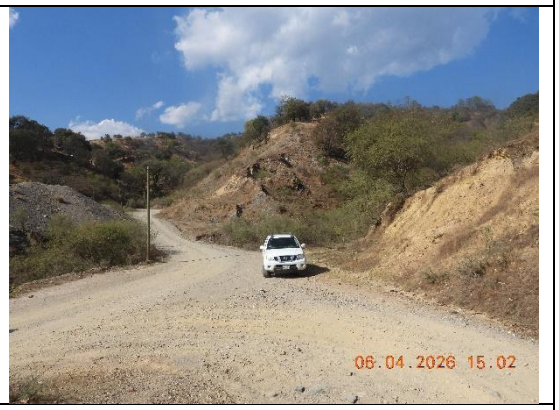
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
41+250	579730	1922393
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

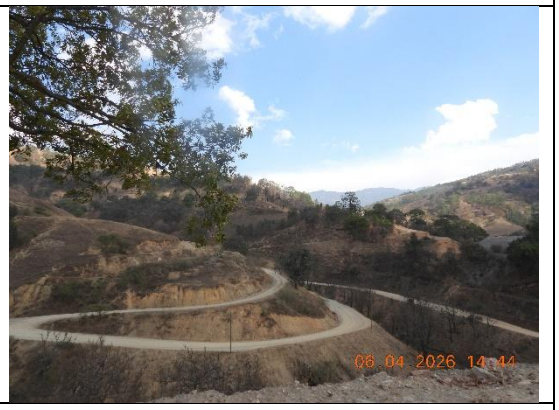
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
41+500	579973	1922422
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

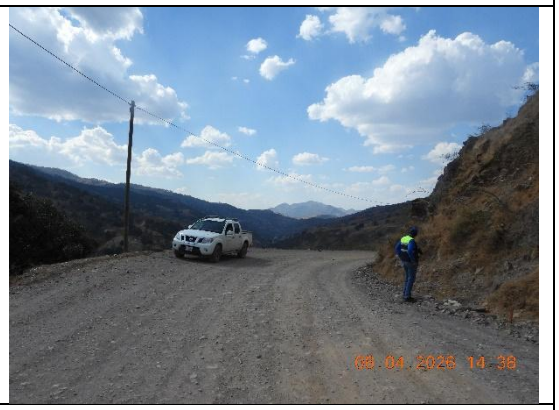
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
41+750	580174	1922443
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
42+000	579997	1922520
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

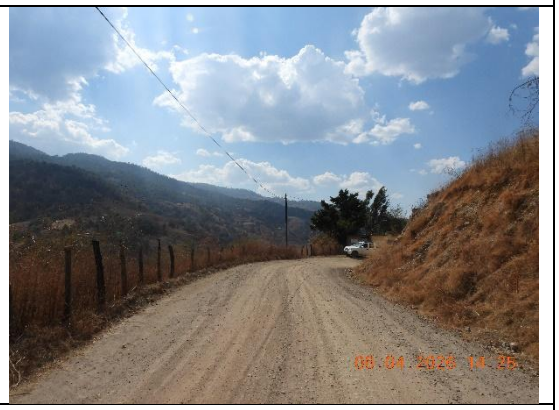
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
42+250	579956	1922701
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
42+500	580002	1922830
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
42+750	579912	1922843
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
43+000	579802	1922898
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
43+250	579770	1923141
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
43+500	579674	1923342
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
43+750	579691	1923535
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
44+000	579618	1923630
		
	Vista al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
44+250	579421	1923524
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a al izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
44+500	579265	1923493
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

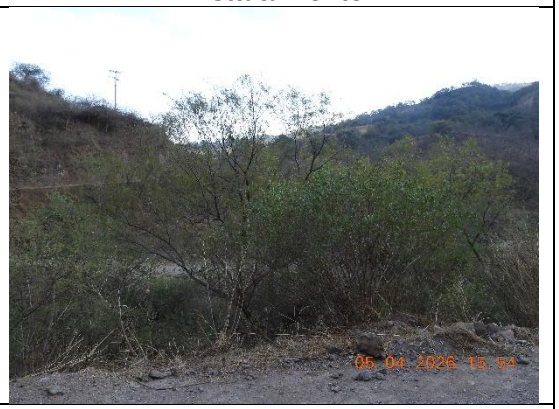
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
44+750	579023	1923585
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
45+000	578942	192359
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
45+250	578837	1923084
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
45+500	578665	1924052
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
45+750	578521	1924234
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
46+000	578378	1924411
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
46+250	578215	1924440
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
46+500	578042	1924647
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
46+750	577904	1924797
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
47+000	577725	1924951
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
47+250	577624	1925262
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
47+500	577624	1925162
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

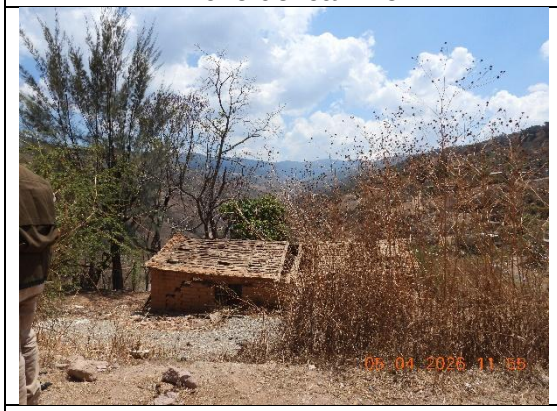
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
47+750	577700	1925559
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
48+000	577588	1925403
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
48+250	577446	1925275
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista ala izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
48+500	577342	1925230
		
	Vista al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista ala izquierda

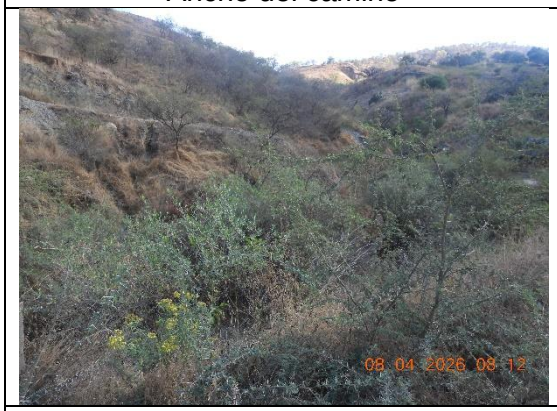
Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
48+750	577242	1925083
		
	Vista al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
49+000	577242	1925083
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
49+250	577211	1925202
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
49+400	577299	19255003
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

RAMAL

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
0+000	578931	1923776
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
0+250	578745	1923834
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
0+500	578512	1923841
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
0+750	578393	1923960
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
1+000	578216	1924074
		
	Vista al frente	Vista a la izquierda
		
	Vista a atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
1+250	577995	1924164
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
1+500	577856	1924182
		
	Vista la frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a al izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
1+750	577662	1924037
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
2+000	577618	1924122
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
2+250	577768	1924310
		
	Vista al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
2+500	577713	1924508
		
Ancho del camino	Medida del ancho	Vista al frente
		
Vista a la derecha	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
2+750	577509	1924635
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
3+000	577465	1924807
		
	Vista al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a al izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
3+250	577315	1924964
		
	Vist al frente	Vista a al derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

Estacion	Coordenada X	Coordenada Y
3+500	577192	1925089
		
	Vista al frente	Vista a la derecha
		
	Vista atrás	Vista a la izquierda

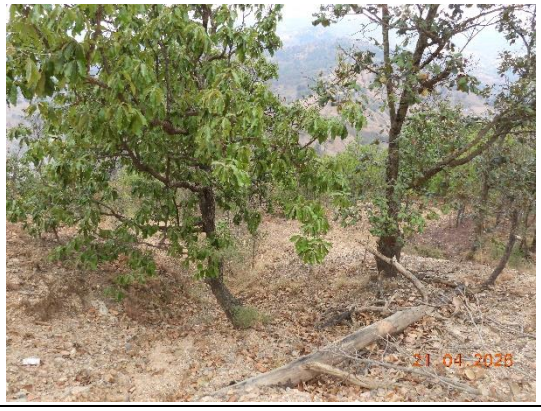
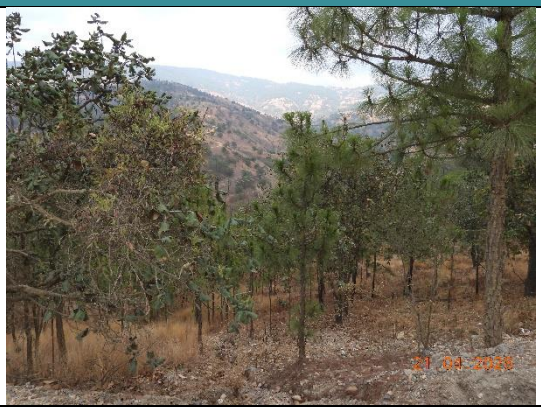
Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO 3. Obras de drenaje proyectadas

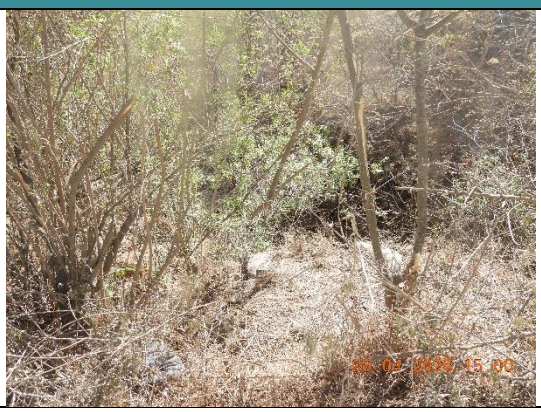
E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

OD TRONCAL	1
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD	**2**
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD	**3**
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD TRONCAL	4
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	5
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	6
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

OD TRONCAL	7
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	8
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	9
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

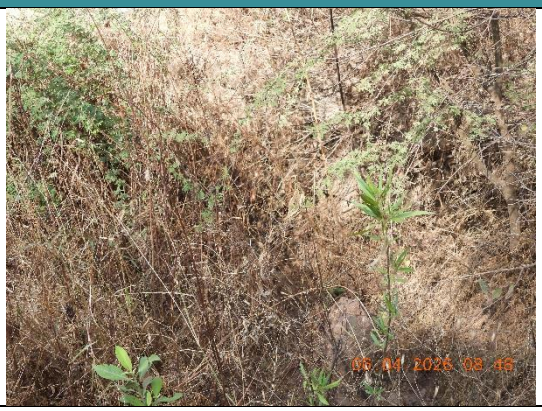
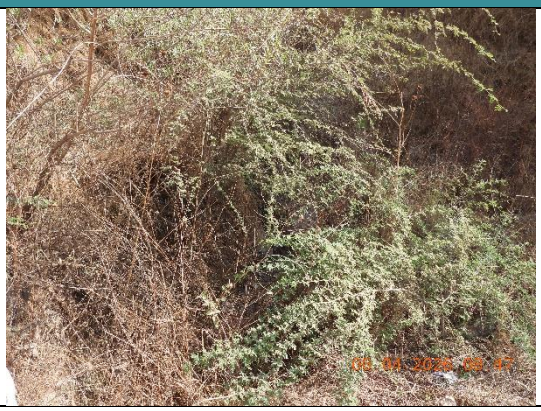
OD TRONCAL	10
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	11
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	12
	
Aguas arriba	Aguas abajo

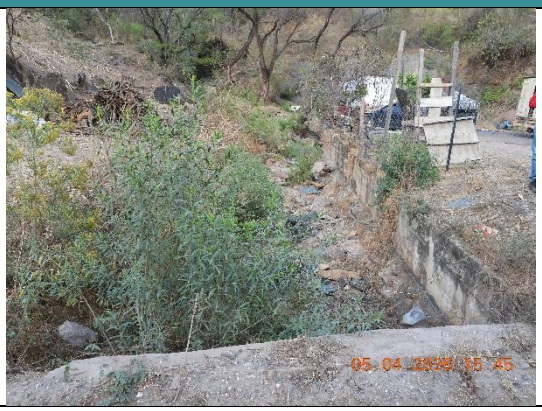
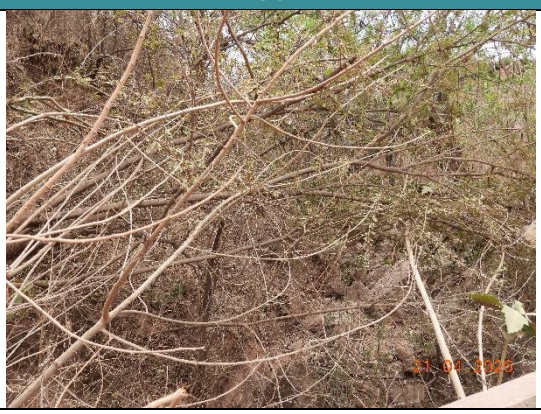
OD TRONCAL	13
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	14
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	15
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

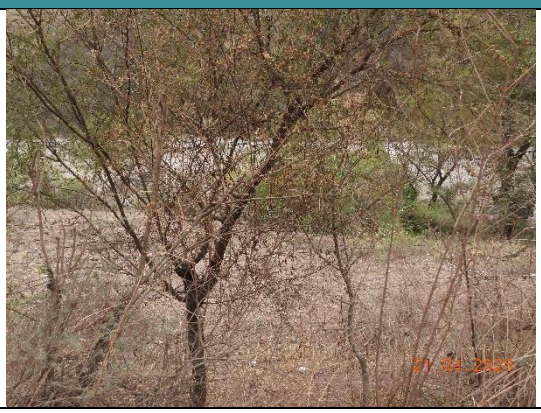
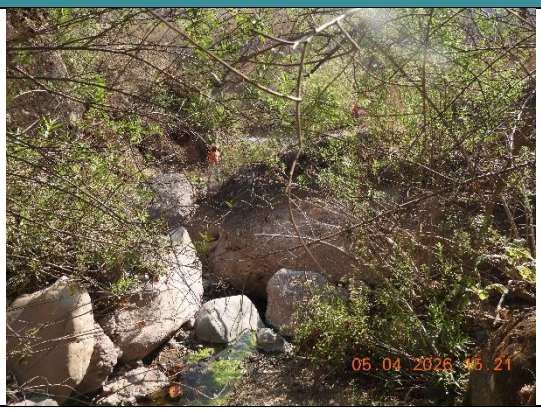
OD TRONCAL	16
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	17
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	18
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

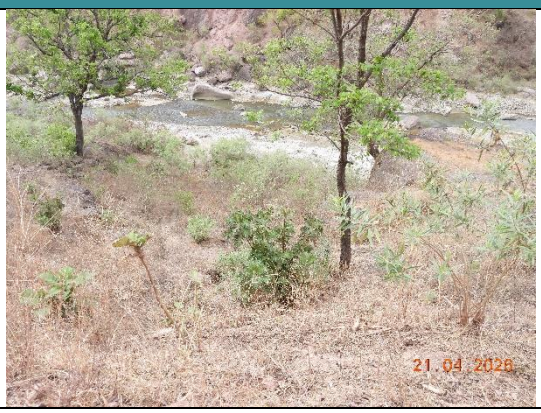
OD TRONCAL	19
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	20
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	21
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD TRONCAL	22
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	23
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	24
	
Aguas arriba	Aguas abajo

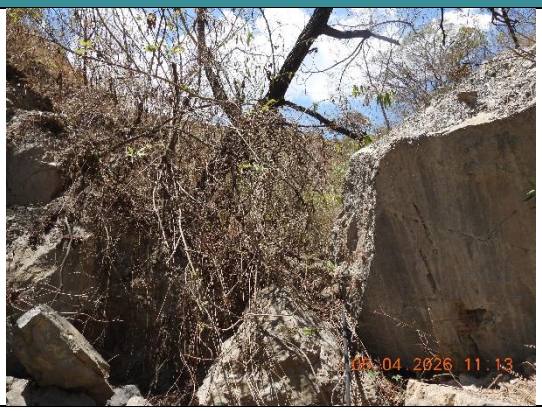
OD TRONCAL	25
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	26
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	27
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD TRONCAL	28
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	29
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	30
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

OD TRONCAL	31
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	32
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	33
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

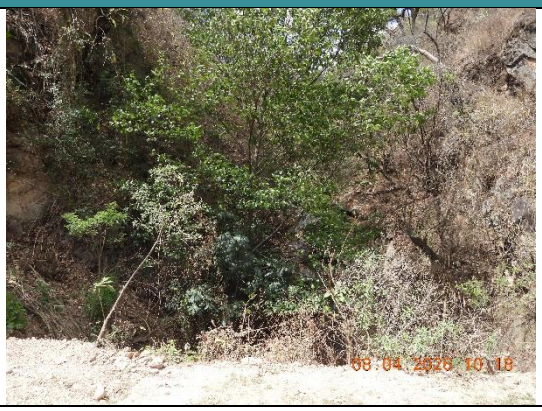
OD TRONCAL	34
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	35
	
Aguas arriba	Aguas abajo
	36
	
Aguas arriba	Aguas abajo

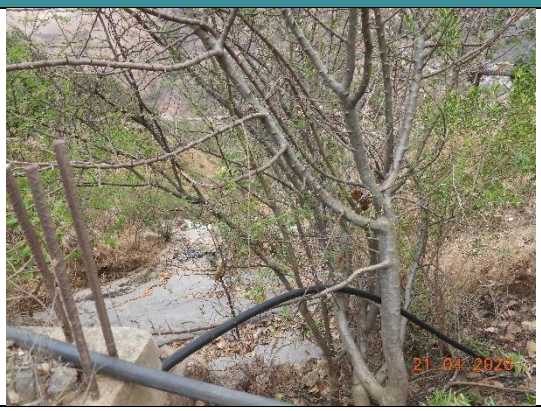
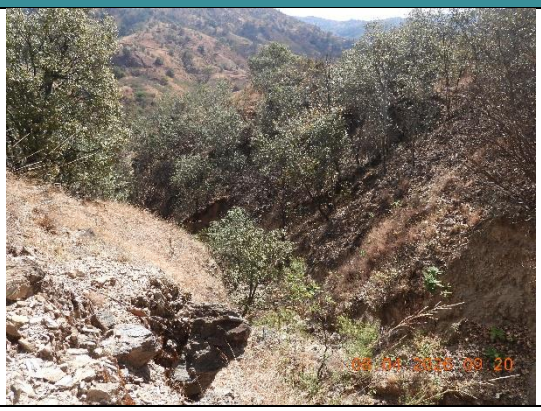
OD TRONCAL	37
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	38
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	39
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

OD TRONCAL	40
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**
	41
	
Aguas arriba	**Aguas abajo**

OD RAMAL	1
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	2
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	3
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD RAMAL	4
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	**5**
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	**6**
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD RAMAL	7
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	8
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	9
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD RAMAL	10
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	**11**
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	**12**
	
Aguas arriba	Aguas abajo

OD RAMAL	13
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	14
	
Aguas arriba	Aguas abajo
OD RAMAL	15
	
Aguas arriba	Aguas abajo

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO 1. DESCRIPCION

CAPÍTULO II

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO 1

II.1. Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno. 1
II.1.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional. 1
II.1.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 1
II.1.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental 2
II.1.1.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento 5
II.1.1.4. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento. 9
II.1.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento. 11
II.1.1.1. Ley General de Cambio Climático (LGCC). 16
II.1.1.2. Ley de Aguas Nacionales (LAN). 17
II.1.1.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) 19
II.1.1.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF) 20
II.1.1.5. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 21
II.1.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden estatal. 23
II.1.1.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca. 23
II.1.1.2. Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. 23
II.1.1.1. Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca 25

II.2. Población indígena vinculada al proyecto 26
II.2.1. Regiones indígenas INPI 30
II.2.2. Núcleos Agrarios 31
II.2.3. Localidades con población indígena Censo INEGI 2020 32
II.2.4. Catalogo Nacional de Pueblos Indígenas y Afromexicanas del INPI 34

CUADROS

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la Constitución 1
Cuadro 2. Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 3
Cuadro 3. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental. 3
Cuadro 4. Vinculación del proyecto con la LGDFS. 5
Cuadro 5. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS 6
Cuadro 6. Vinculación del proyecto con la LGVS. 9
Cuadro 7. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS. 10
Cuadro 8. Vinculación del proyecto con la LGPGIR 11
Cuadro 9. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR 14
Cuadro 10. Vinculación del proyecto con la LGCC 16

Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LAN. *17*
Cuadro 12. Vinculación del proyecto con la LFRA. *19*
Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la LCPAF. *20*
Cuadro 14. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. *24*
Cuadro 15. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca. *25*
Cuadro 16. Porcentajes de población indígena de las localidades presentes dentro del SAR de acuerdo con INEGI. *33*
Cuadro 17. Población indígena de las localidades presentes en el SAR de acuerdo con INPI *35*

FIGURAS

Figura 1. Pueblos Indígenas del Estado de Oaxaca *27*
Figura 2. Localidades cercanas al proyecto *30*
Figura 3. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas *31*
Figura 4. Localización del proyecto con respecto los núcleos agrarios del RAN *32*

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO

En el presente capítulo se procede a identificar y analizar el marco regulatorio aplicable que permita el desarrollo del proyecto en congruencia con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental para la naturaleza del proyecto.

II.1. Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno.

II.1.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional.

II.1.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley máxima que rige la vida económica, social y política en México. En ella se señala como debe organizarse nuestra nación, acorde con las demandas por las que el pueblo luchó durante la Revolución Mexicana. Dada la importancia y la jerarquía legal que posee la Constitución, en el siguiente cuadro se presenta la relación de este instrumento legal con el desarrollo del proyecto.

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con la Constitución

Descripción	Vinculación
Artículo 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.	La modernización del camino contribuye al desarrollo y bienestar de la población, el proyecto propuesto cumple con este precepto y con las consideraciones ambientales pertinentes.
Artículo 25. Corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la	Toda la actividad económica y empleo requiere de vías de comunicaciones ágiles y acordes a cada actividad, para transportar eficientemente los insumos y productos producidos o necesarios para la población. La manifestación de impacto que se presenta cumple con este precepto, considera la observancia de la normatividad ambiental, contribuye al desarrollo económico del lugar y a la prevención de accidentes.

Descripción	Vinculación
actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta constitución.	
Artículo 27. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, el beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuida 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 urbanos.	La obra propuesta está planeada para mejorar la calidad de vida de la población. Se toma en cuenta el derecho de la propiedad. El proyecto cumple con las medidas de protección ambiental, así como la de mejorar las condiciones de movilidad de los pobladores de la región.

II.1.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. En los cuadros siguientes se describen los artículos aplicables de la Ley y su Reglamento de acuerdo con la naturaleza del proyecto, así como el cumplimiento de estos que garantiza la congruencia jurídica:

Cuadro 2. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Descripción	Vinculación
Artículo 28.- (…) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **I**. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gaseoductos, carboductos y poliductos. **X**.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente debido a que se trata de un proyecto de vías generales de comunicación. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto
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.	El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable

Cuadro 3. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

Descripción	Vinculación
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: (…) **B) vías generales de comunicación** Construcción de carreteras, autopistas, **puentes** o túneles federales vehiculares o ferroviarios, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales; (…)	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente.

Descripción	Vinculación
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la secretaria una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de lo que solicita autorización.	Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal y como lo solicita la autoridad
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	Para dar cumplimiento al citado artículo, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular. La Manifestación de Impacto Ambiental se realiza en apego a la guía establecida por la SEMARNAT la cual cuenta con la descripción del proyecto, la descripción del medio biótico y abiótico de la Región Ecológica, así como la identificación y valoración de los posibles efectos hacia los factores ambientales de la Región Ecológica y el AI del proyecto, considerando a su vez la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para contrarrestar y abatir los efectos adversos. De acuerdo con la naturaleza del proyecto se aclara que no se llevarán a cabo actividades altamente riesgosas por lo cual no aplica la presentación de un estudio de riesgo. Y finalmente se concluye que la modalidad definida para la elaboración e integración de la presente Manifestación se realiza en apego al artículo 11 del Reglamento de la Ley en materia.
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y	Este artículo se vincula con la presentación de la MIA, su resumen y la copia sellada que constata el pago de derechos para la evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT.

Descripción	Vinculación
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	

II.1.1.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar 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, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. En los cuadros siguientes se presentan los artículos que tienen afinidad con el desarrollo del proyecto.

Cuadro 4. Vinculación del proyecto con la LGDFS.

Vinculación	Descripción
Artículo 93. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	Para cumplir con la vinculación con esta Ley, particularmente con el artículo, el promovente de ser necesario solicitara el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal. El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT deberá contener la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Cuando el ETJ es autorizado, debe integrarse un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat, además, dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. Se presentará la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el retiro de vegetación, con esto se da

Vinculación	Descripción
	cumplimiento a todos los requerimientos indicados tanto en la LGDFS como en el presente reglamento.
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El promovente como interesado en el CUSTF, posterior a la autorización del ETJ deberá acreditar el depósito ante el Fondo Forestal Nacional para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en términos y condiciones que establezca el reglamento.

Cuadro 5. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS

Vinculación	Descripción
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro	Para que el promovente solicite la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) (y cumplir con la vinculación con este artículo) debe ingresar ante la SEMARNAT el formato pertinente debidamente llenado con los datos que se presentan en este artículo y en su caso las especificaciones que solicite la Secretaría de acuerdo con los criterios y lineamientos del contenido del ETJ presentados en este Reglamento. A su vez se deberá incluir la documentación legal de las propiedades debidamente inscritas en el registro publico

Vinculación	Descripción
público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado	A fin de cumplir con este artículo, el promovente deberá de ingresar a la secretaria el estudio Técnico Justificativo, incluyendo cada uno de los capítulos que conforman este estudio, así como las propuestas de programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna

Vinculación	Descripción
de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio	

Vinculación	Descripción
de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento. Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.	

II.1.1.4. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento.

La Ley General de Vida Silvestre es un instrumento orden público y de interés social, que proviene de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fue decretada en julio de 2000, responde al objetivo de conservar la vida silvestre mediante su protección y aprovechamiento sustentable en el territorio de la República Mexicana.

El término de vida silvestre considera a todos los organismos 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, especies domésticas que, al quedar fuera de control del hombre, se establecen en el hábitat natural.

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

En los cuadros siguientes se presenta la relación que tienen los artículos de esta ley y su reglamento con el desarrollo del proyecto.

Cuadro 6. Vinculación del proyecto con la LGVS.

Vinculación	Descripción
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre	Con base en el muestreo de fauna y vegetación, se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el área del proyecto. Asimismo, se evaluaron los posibles impactos generados del desarrollo del

Vinculación	Descripción
común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo	proyecto (Capítulo V), y derivado de eso se han considerado una serie de medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental, para garantizar la mínima afectación a la vida silvestre y su hábitat.
Artículo 64. La SEMARNAT acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo y conservación. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento".	El presente proyecto pretende la modernización de un camino de terracería, no obstante, éste contempla el desarrollo de diversas medidas de prevención, compensación, minimización y/o mitigación ambiental debido a la ejecución de la vía de comunicación, tal como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Rescate y Reubicación de Fauna. Dichos programas estarán dirigidos principalmente hacia aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o aquellos lugares ambientalmente degradados y/o susceptibles a degradación. Cabe mencionar que las actividades de reforestación únicamente se ejecutarán con especies propias o nativas de la región; así mismo, el sitio donde se desarrollen dichas actividades fungirá como corredor biológico, hogar, área de descanso y/o alimentación para las distintas especies de fauna que habitan o transitan por la zona.

Cuadro 7. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.

Vinculación	Descripción
Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica: I. La captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, actividades de repoblación y reintroducción; II. La captura o colecta para actividades de investigación o educación ambiental; III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para	A fin de dar cumplimiento al citado instrumento y promover la preservación de la biodiversidad, se proponen acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, así como protección y conservación de fauna silvestre y en particular el seguimiento del cumplimiento ambiental durante la ejecución de la obra, dando certeza de

Vinculación	Descripción
la liberación; IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de los mismos; V. La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.	atender las regulaciones que se establecen en el presente reglamento.

II.1.1.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento.

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En los cuadros siguientes se enlistan los artículos que tienen injerencia con el desarrollo del Proyecto.

Cuadro 8. Vinculación del proyecto con la LGPGIR

Artículo	Vinculación
Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por: XXIX. Residuo: 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 conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven; XXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares	De acuerdo con el proceso constructivo de la vía de comunicación, éste generará residuos sólidos urbanos y residuos de obra civil, así como residuos pétreos por la ejecución de la obra, los cuáles serán dispuestos tal como lo estipula la normatividad y las autoridades correspondientes. Se considera que el proyecto no generará residuos peligrosos durante las diferentes etapas de este, ya que la empresa constructora deberá ejecutar un mantenimiento preventivo y periódico de vehículos, equipo y maquinaria empleados.

Artículo	Vinculación
públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;	
Artículo 15. La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de estos	Durante los trabajos ejecutados para la construcción y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen.
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.	Se desarrollará e implementará un plan integral para el manejo, almacenamiento y disposición de residuos. La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos. De ser necesario se realizará un convenio con las autoridades municipales para dar el adecuado manejo y disposición de los mencionados residuos.
Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; (…) VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente; X. Los neumáticos usados, y (…)	Se contempla la generación de algunos residuos de manejo especial, aunque debe considerarse que se generaran de manera indirecta, irregular y en bajas cantidades ya que la preparación del sitio y construcción se llevara a cabo de manera paulatina. Los residuos con potencial de generación por el uso de diversos artículos por los visitantes al proyecto o por el uso de estos en las instalaciones para ofrecer algún servicio, serán manejados conforme a su naturaleza por un contratista debidamente registrado. Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no conlleva la generación de residuos peligrosos por lo que los instrumentos de política ambiental en ese tema no se vinculan al mismo.
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de	El desarrollo de las obras y actividades durante la preparación, construcción y mantenimiento del Proyecto no involucrará el uso de sustancias peligrosas

Artículo	Vinculación
acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo	Durante los trabajos ejecutados para la construcción y operación se espera la generación de diversos residuos, por lo que deberá realizar la separación de los residuos desde la fuente de origen.
Artículo 55. La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos. Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.	Se considera que durante la etapa de preparación y construcción del sitio serán colocados recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos
Artículo 56. La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud	Dentro de las medidas de mitigación para el proyecto se tiene considerado adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción. Los residuos generados se pondrán a disposición según la normativa aplicable

Artículo	Vinculación
al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	
Artículo 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	El desarrollo de las obras y actividades durante la preparación, construcción y mantenimiento del Proyecto no involucrará el uso de sustancias peligrosas, así como la generación de residuos peligrosos. Por otro lado, en caso de existir contaminación del suelo, los responsables deberán realizar las acciones necesarias para recuperar y reestablecer las condiciones del suelo, los residuos generados deberán ser manejados y puestos a disposición final por prestadores de servicios acreditados por la autoridad correspondiente.
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante el proceso de preparación, construcción y operación serán generados diversos residuos producto de las mismas obras, por lo que se deberá realizar un manejo adecuado y oportuno de los residuos sólidos
Artículo 99. Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos	

Cuadro 9. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Descripción	Vinculación
Artículo 2. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:	Los residuos resultantes del proceso constructivo serán acopiados en los frentes de obra para posteriormente destinarlos a los rellenos sanitarios, tal como lo establece la normatividad vigente. Aunado a ello, se implementará un programa integral de separación de residuos sólidos mediante la

Descripción	Vinculación
II. Acopio: Acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo; XVII. Recolección: Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral; XIX. Relleno sanitario: Instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	colocación de contenedores señalizados. Los residuos contendidos en los mismos serán colectados de manera periódica y éstos serán trasladados hasta su correcta disposición final tal como lo enmarca la ley y con la finalidad de evitar la contaminación de la zona.
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos.	La vinculación con este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-161-SEMARNAT-2005 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo
Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneracion de residuos peligrosos.	Dentro de las medidas de mitigación para el proyecto se tiene considerado adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción. El depósito temporal deberá de cumplir con todas las especificaciones descritas en el RLGPGIR

Descripción	Vinculación
Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Los residuos generados se pondrán a disposición según la normativa aplicable

II.1.1.1. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

La ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en México. Tiene por objeto fomentar la difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático y establecer las bases para la concertación con la sociedad, entre otros. En el Cuadro 10 se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Cuadro 10. Vinculación del proyecto con la LGCC

Descripción	Vinculación
Artículo 2. Esta ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad,	El presente proyecto, no provocará el decremento en la calidad de vida de la población, ecosistemas, recursos naturales, entre otros; se dará cumplimiento a todos los reglamentos federales, estatales y municipales con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran ser considerados peligrosos o dañinos al medio ambiente. El estudio y proyecto toma en consideración todas las medidas de mitigación y prevención que se recomiendan en la presente ley. Se ejecutarán diversas acciones ambientales para evitar o minimizar los impactos sobre el medio ambiente, cumpliendo de esta manera con los principios que señala la política nacional de cambio climático, que son: precaución, prevención y responsabilidad ambiental, toda vez que el proyecto tiene como finalidad la modernización de un camino rural para agilizar los tiempos de traslado y por consiguiente el consumo de combustible y emisiones por quema de combustible disminuirá

Descripción	Vinculación
VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.	
Artículo 7. Son atribuciones de la federación las siguientes: XXII. Convocar a entidades federativas y municipios, para el desarrollo de acciones concurrentes para la mitigación y adaptación al cambio climático, en el ámbito de sus competencias;	Como parte de los objetivos del gobierno federal en materia de infraestructura destaca el mejoramiento de la red carretera.
Artículo 8. Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones. III. Incorporar en sus instrumentos de política ambiental, criterios de mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Elaborar e instrumentar su programa en materia de cambio climático, promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general;	El estado de Guerrero presenta instrumentos jurídicos que promueven el mejoramiento de la calidad ambiental, dichos instrumentos se describen en el presente capítulo III de la presente MIA-R (ordenamientos ecológicos y leyes de carácter estatal)
Artículo 9. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones: II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias: a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento; b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano; c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia; d) Protección civil; e) Manejo de residuos sólidos municipales; f) Transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional;	En el apartado anterior se describe la vinculación que tienen el proyecto con los instrumentos políticos que buscan la preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los ecosistemas y cambio climático

II.1.1.2. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Conforme a lo dispuesto en el **Artículo 1** de la ley reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual establece las bases para el uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos y declara sus disposiciones como de orden público e interés social, el proyecto se alinea a dicho mandato garantizando que las obras no interfieran con la disponibilidad ni con la calidad del agua en la zona.

Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LAN.

Descripción	Vinculación
Transitorio Artículo 9 .	

Descripción	Vinculación
XX. Expedir títulos de concesión, asignación o permisos a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público Nacional del Agua;	El proyecto no requiere el aprovechamiento de recursos hídricos locales. Debido a la presencia de cruces con corrientes perennes e intermitentes, se asegura la preservación del régimen hídrico mediante la correcta instalación de obras de drenaje transversal, la ubicación de acopios fuera de la zona federal y la prohibición del vertimiento de residuos. Para la intervención en los cruces hídricos, el promovente gestionará ante la CONAGUA el **Permiso de Ocupación de Cauce y Zona Federal** una vez obtenida la Resolución Favorable del presente estudio ambiental, asegurando que ninguna obra en cauce inicie sin la autorización administrativa correspondiente.
ARTÍCULO 119. ... I. y II. ... III. Explotar, usar o aprovechar aguas nacionales en volúmenes mayores a los autorizados en los títulos respectivos o en las inscripciones realizadas en el Registro Público Nacional del Agua; IV. a VIII. ... IX. Ejecutar para sí o para una tercera persona obras para alumbrar, extraer o disponer de aguas del subsuelo en zonas reglamentadas, de veda o reservadas, sin el permiso respectivo así como a quien hubiere ordenado la ejecución de dichas obras; X. a XV. ... XVI. Derogada XVII. a XXII. ... XXIII. Explotar, usar o aprovechar bienes nacionales determinados en los Artículos 113 y 113 BIS de esta Ley, sin contar con título de concesión; XXIV. Explotar, usar o aprovechar bienes nacionales determinados en los Artículos 113 y 113 BIS de la presente Ley, en cantidad superior o en forma distinta a lo establecido en el respectivo título de concesión; XXV. Ceder, suministrar, intercambiar por pago en especie o proporcionar de cualquier otra forma a terceros el agua para un uso distinto al cual fue concesionada en contravención de lo dispuesto en esta Ley; XXVI. Transmitir los títulos de concesión o los permisos, y XXVII. Cambiar el uso del agua para el cual fue concesionada en contravención de lo dispuesto en esta Ley.	
ARTÍCULO 122. En los casos de las fracciones I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVII, XIX, XX, XXII, XXIII, XXV, XXVI y XXVII del Artículo 119 de esta Ley, así como en los casos de reincidencia en cualquiera de las fracciones del Artículo citado, “la Autoridad del Agua” impondrá adicionalmente la clausura temporal o definitiva, parcial o total de los pozos y de las obras o tomas para la extracción o aprovechamiento de aguas nacionales. ... I. ... II. ...	

Descripción	Vinculación
En el caso de ocupación de vasos, cauces, zonas federales y demás bienes nacionales inherentes a que se refiere la presente Ley, mediante la construcción de cualquier tipo de obra o infraestructura, sin contar con el título correspondiente, “la Autoridad del Agua” queda facultada para remover o demoler las	

II.1.1.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Esta norma jurídica regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En el cuadro siguiente se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

Cuadro 12. Vinculación del proyecto con la LFRA.

Descripción	Vinculación
Artículo 6.-No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	La vinculación con este instrumento queda manifestada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.

II.1.1.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF)

Dicha Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. En el cuadro siguiente se presenta la relación que existe entre esta ley y el proyecto en comento.

Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la LCPAF.

Descripción	Vinculación
Artículo 1. Este ordenamiento legal 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 2, 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.	De acuerdo con lo manifestado por el promovente, el proyecto será realizado con recursos federales, por lo tanto, la modernización del camino lo constituye como una vía general de comunicación de carácter federal.
Artículo 2.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: **I. Caminos o carreteras:** a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero. b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios. **XVI. Vías generales de comunicación**: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.	
Artículo 3. 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**.**	
Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones: II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes;	Dado que el proyecto se refiere a la modernización de un camino de terracería en operación y la promovente es la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

Descripción	Vinculación
III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso; V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;	

II.1.1.5. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

La *Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas* (2018), antes *Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas*, busca garantizar el derecho a la consulta y al consentimiento libre, previo e informado a pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, cada vez que el Ejecutivo Federal promueva reformas jurídicas y actos administrativos, susceptibles de afectarles. Asimismo, contempla un sistema de consulta y participación indígena y determina que el Instituto sea el órgano técnico en los procesos de consulta previa, libre e informada. Cuyo objetivo es garantizar el ejercicio e implementación de los derechos de las comunidades originarias establecidos en la Constitución y en tratados internacionales, tal como se cita a continuación:

***Artículo 4**. Para el cumplimiento de su objeto, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y funciones:*

> *[…]*
>
> *II. Aprobar y participar, en coordinación con las instancias competentes, en la formulación, ejecución y evaluación de los planes, programas y proyectos que realicen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal con relación a los pueblos indígenas y afromexicano, garantizando la transversalidad institucional, la interculturalidad y la pertinencia económica, social, cultural, política, lingüística y de género;*
>
> *III. Promover, respetar, proteger y garantizar el reconocimiento pleno y el ejercicio de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicano reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los instrumentos jurídicos internacionales de los que el país sea parte.*
>
> *Para este efecto, se deberá establecer un diálogo sostenido e incluyente con los pueblos indígenas y afromexicano, como sujetos de derecho público y mediante una relación de respeto e igualdad, para la coordinación y ejecución de acciones conjuntas basadas en la buena fe;*
>
> *[…]*

XXI. Instrumentar, gestionar, instalar, promover y ejecutar, en coordinación con las instancias competentes, las medidas necesarias para brindar mantenimiento, mejoramiento y ampliación de la infraestructura comunitaria, tales como vías de comunicación, escuelas, vivienda, puentes, electrificación, agua potable, drenaje, saneamiento y en general todo tipo de infraestructura, que permitan la integración y reconstitución territorial de los pueblos indígenas y afromexicano, así como el fortalecimiento de su gobernanza, organización regional y capacidad económica productiva;

[…]

XXVII. Apoyar, impulsar y fortalecer las economías locales y las actividades productivas de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, mediante acciones que permitan lograr la suficiencia de ingresos económicos, la creación de empleos, la incorporación de tecnologías para incrementar su capacidad productiva, así como asegurar el acceso justo y equitativo a los sistemas de abasto, comercialización y financiamiento;

[…]

XXXII. Concertar acciones con los sectores social y privado, en coordinación con los pueblos indígenas y afromexicano, para que coadyuven en la realización de acciones en beneficio de dichos pueblos.

La modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen se vincula de manera directa con las atribuciones del INPI, al ser una obra de infraestructura estratégica en una región con presencia histórica de los pueblos Mixteco y Triqui. Conforme al Artículo 4 de dicha Ley, el proyecto se alinea con las siguientes fracciones:

Infraestructura y Reconstitución Territorial (Fracción XXI): La obra cumple con el mandato de brindar mantenimiento, mejoramiento y ampliación de las vías de comunicación. Al pavimentar el tramo, se facilita la integración territorial y se fortalece la gobernanza y organización regional de las comunidades indígenas de la Mixteca.

Fortalecimiento de la Economía Local (Fracción XXVII): La infraestructura eficiente reduce los costos de transporte y mejora el acceso a sistemas de abasto y comercialización, permitiendo que las actividades productivas de los pueblos originarios alcancen una mayor capacidad económica y autosuficiencia.

Derechos y Consulta (Fracciones II y III): Dado que el proyecto se desarrolla en territorio indígena, la vinculación asegura que la ejecución respete la interculturalidad y los derechos reconocidos en la Constitución. Al integrar a la comunidad en la supervisión de la obra, se fomenta el diálogo sostenido y la relación de respeto e igualdad que la ley exige para garantizar el bienestar social y la pertinencia cultural.

II.1.1. Vinculación con instrumentos jurídicos de orden estatal.

II.1.1.1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca.

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo con lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Tiene por objeto fijar las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- La conservación, preservación, restauración y mejoramiento del ambiente;
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de la biodiversidad, geodiversidad y los ecosistemas;
- La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; dentro del ámbito de competencia estatal, estableciendo los mecanismos de participación del Estado;
- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como la imposición de sanciones administrativas y penales ante la autoridad competente.

La ejecución del proyecto de modernización del camino rural en la Mixteca se fundamenta en el cumplimiento de la LEEPAEO, garantizando que el desarrollo de la infraestructura de transporte sea compatible con la preservación del patrimonio natural del estado.

II.1.1.2. Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 16 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. Es de orden público e interés social y regirá en todo el territorio del

Estado de Oaxaca en materia de derechos y cultura de los pueblos y comunidades indígenas; así como en las obligaciones de los Poderes del Estado en sus distintos ámbitos de gobierno. Sus disposiciones constituyen las prerrogativas mínimas para la existencia, pervivencia, dignidad y bienestar de dichos pueblos y comunidades indígenas.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 14. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 3º.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por: II. Pueblos indígenas. Aquellas colectividades humanas que por haber dado continuidad histórica a las instituciones políticas, económicas, sociales y culturales que poseían sus ancestros antes de la creación del Estado de Oaxaca, poseen formas propias de organización económica, social, política y cultural, y afirman libremente su pertenencia a cualquiera de los pueblos mencionados en el segundo párrafo del Artículo 2° de este Ordenamiento. El Estado reconoce a dichos pueblos indígenas el carácter jurídico de personas morales de derecho público, para todos los efectos que se deriven de sus relaciones con los Gobiernos Estatal, Municipales, así como terceras personas. III. Comunidades indígenas: Aquellos conjuntos de personas que forman una o varias unidades socioeconómicas y culturales en torno a un asentamiento común, que pertenecen a un asentamiento común, que pertenecen a un determinado pueblo indígena de los enumerados en el artículo 2° de este Ordenamiento y que tengan una categoría administrativa inferior a la del municipio, como agencias municipales o agencias de policía. (…) V. Territorio indígena: Porción del territorio nacional constituida por espacios continuos y discontinuos ocupados y poseídos por los pueblos y comunidades indígenas, en cuyos ámbitos espaciales, material, social y cultural se desenvuelven aquellos y expresan sus forma específica de relación con el mundo, sin detrimento alguno de la Soberanía Nacional del Estado Mexicano ni de las Autonomías del Estado de Oaxaca y sus Municipios.	A partir de la descripción del medio socioeconómico presentado en el capítulo IV de la presente manifestación se identifica la existencia de comunidades indígenas. Así mismo se ingresa junto con la MIA, el Estudio de Impacto Sociodemográfico a fin de identificar a los pueblos o comunidades indígenas que podrían resultar afectados
Artículo 53. Las obras y proyectos que promueva el Estado, las organizaciones o los particulares, que impacten a los pueblos y comunidades indígenas en sus recursos naturales, deberán ser discutidos, analizados y consensados previamente con dichos pueblos y comunidades.	El proyecto de modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen es promovido y financiado por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de actas de anuencia con los pueblos y comunidades indígenas de la

Artículo	Vinculación
	región. Mediante un proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia y aprobación de las autoridades tradicionales, garantizando que la obra cuente con el respaldo de la comunidad y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la Mixteca

II.1.1.1. Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca

La Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca, garantiza el derecho de estos pueblos a participar efectivamente en decisiones sobre sus territorios, recursos y cultura. Esta norma establece los principios normativos, procedimientos y medidas obligatorias que las autoridades deben observar para proteger la libre determinación, la participación política y el respeto a sus sistemas normativos.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 15. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas tienen derecho a ser consultadas de manera previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada, mediante procedimientos apropiados y a través de sus asambleas generales, autoridades comunitarias, entre otras instituciones representativas de conformidad con sus sistemas normativos, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles.	Juntamente con la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se ingresa el **Estudio de Impacto Sociodemográfico** con el objetivo de identificar con precisión a los pueblos o comunidades indígenas que podrían interactuar con el proyecto. Cabe destacar que
Artículo 3. La Consulta previa, libre e informada, tendrá como finalidad llegar a un acuerdo, obtener el consentimiento o, en su caso, emitir	

Artículo	Vinculación
opiniones y propuestas, según corresponda a la medida sometida a consulta. En todos los casos se deberá garantizar el respeto y pleno ejercicio de los derechos fundamentales de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas susceptibles de ser afectados con la medida sometida a consulta a fin de preservar la diversidad y pluriculturalidad del estado. Para cumplir el objeto y fines de esta Ley, se reconocen a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas como sujetos de derecho público.	la modernización del camino **San Martín Peras–Barrio Del Carmen** es promovida y financiada por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de **actas de anuencia** con las comunidades de la región. Mediante este proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia de las autoridades tradicionales, garantizando así que la obra cuente con el respaldo ciudadano y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la **Mixteca**
Artículo 7. En general deben ser materia de consulta: I. Toda medida legislativa o administrativa susceptible de afectar a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas; II. Todo proceso de desarrollo que el estado pretenda implementar, en la medida en que éste sea susceptible de afectar a las vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas; y III. Cualquier proyecto que pueda afectar las tierras, territorios y otros recursos, el medio ambiente y las formas de organización de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, particularmente, aquellos relacionados con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.	

II.2. Población indígena vinculada al proyecto

Considerando la información publicada por el INPI en el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, en el estado de guerrero se identifican 4 pueblos indígenas: Amuzgos, Mixtecos; Nahuas y Tlapanecos.

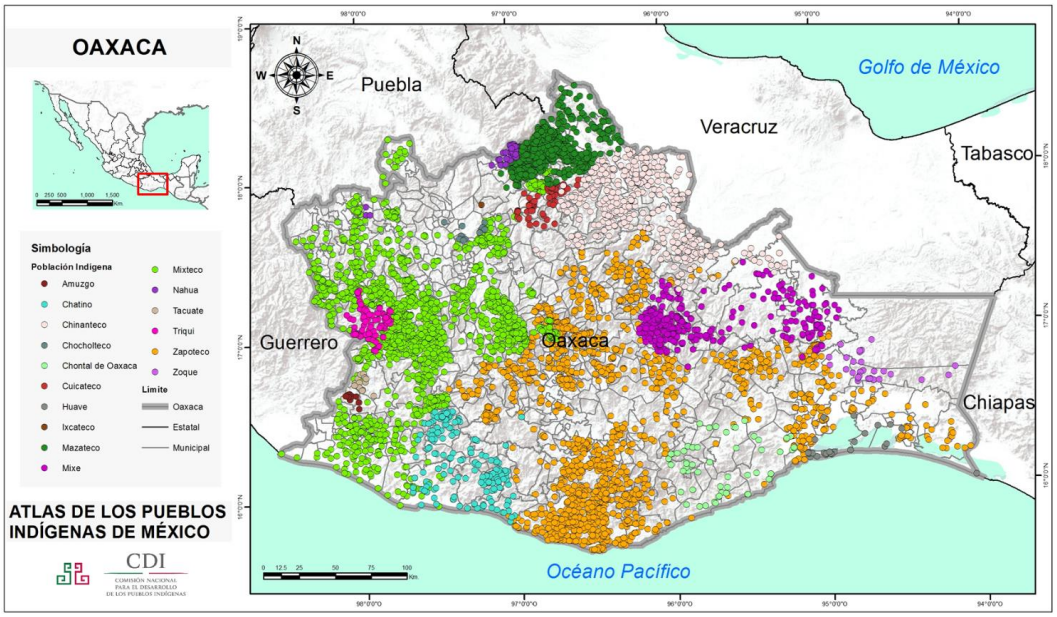


Figura 1. Pueblos Indígenas del Estado de Oaxaca[1]

En específico en el municipio de San Martin Peras predomina el Ñuu Savi o Mixteco. Los asentamientos del pueblo mixteco se localizan en una extensa región de más de 40 000 km2, que comprende la parte noroccidental del estado de Oaxaca y pequeñas porciones de los de Puebla y Guerrero. Es común que esta región, denominada Mixteca, sea dividida en tres subregiones naturales diferenciadas en lo ecológico y lo cultural: el alta, la costa y la baja. Sin embargo, algunos autores utilizando un criterio estrictamente fisiográfico, consideran sólo el alta y la baja, identificando a ésta con la que otros llaman la costa.

La familia mixteca es básicamente nuclear, con apego patrilineal, aunque existen excepciones cuando se trata de familiares cercanos, huérfanos o en desgracia. Sin embargo, el patrón migratorio ha influido en la reagrupación familiar, pues los hombres pasan largos periodos fuera de la casa.

Los migrantes conservan el sentido de pertenencia a través del contacto permanente con su comunidad de origen, lo cual les permite participar en su desarrollo, al igual que reproducir sus creencias y valores culturales. El respeto, el estatus y el prestigio entre los mixtecos se obtienen sirviendo a la comunidad. La participación en la vida colectiva y el cumplimiento en los trabajos, cargos y ceremonias públicas, han fomentado el sentido de

[1] Fuente http://atlas.inpi.gob.mx/oaxaca-2/

pertenencia a la comunidad. No obstante, el servicio comunitario ha sufrido algunos cambios debido a la migración.

Los cargos de autoridad municipal se ejercen durante un año solamente. Los cargos judiciales son los de síndico y alcaldes, que se desempeñan además como Ministerio Público y jueces, respectivamente. A nivel agrario existen comisariados ejidales y/o de bienes comunales. El Consejo de Ancianos tiene importancia en algunos pueblos, aunque en otros prácticamente ha desaparecido. Los cargos escalafonarios además de los municipales son de tipo religioso: mayordomos, rezadores, sacristanes y presidente de la iglesia. En algunos lugares aún se conservan las cofradías.

Actualmente las características de los candidatos para ocupar los cargos civiles son distintas de las de los candidatos de antaño: ahora se eligen a las personas que hablan español y tienen la capacidad de mediar con el Estado, y cuentan con conocimientos y desenvoltura en las relaciones interculturales.

La agricultura es la actividad básica; se cultivan superficies menores a las dos hectáreas, generalmente de temporal, bastante erosionadas o poco propias para cultivo. Los principales productos que se obtienen son maíz, frijol, trigo, ajo, tomate y cebolla, además de aguacate y otros que se cultivan en el corral o se recolectan en el campo, como diferentes hierbas como quelites. Algunas mujeres trabajan en el cultivo de la seda, aunque es una actividad poco redituable.

Como base de la revisión se consideraron todas las localidades presentes dentro del Sistema Ambiental Regional, de acuerdo con las cartas topográficas de INEGI E14D33 encontrándose un total de 26 localidades como se aprecia en la siguiente imagen.

Es importante mencionar que las localidades San José, Bajada del Río, Mixteca Unida, EL Cazaguate, Barrio del Carmen, San Juan del Río, se encuentran a lo largo del camino, Mientras que las localidades El Palmar, El Paredon, San Martin Pereas y Ahuejutla se encuentran dentro de el Area de Influencia, destacando que esas dos ultimas son las localidades de inicio y fin del camino.

Nombre	Tipo
Ahuejutla	Rural
Bajada Del Río	Rural
Barrio Del Carmen	Rural
Barrio San Antonio	Rural
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural
Chiñón	Rural
Colonia Alvarado	Rural
Colonia Guadalupe	Rural
El Cazaguate	Rural
El Palmar	Rural

Nombre	Tipo
El Paredón	Rural
La Candelaria	Rural
La Trinidad Peras	Rural
Las Minas	Rural
Llano De Adobe	Rural
Melesio Sánchez	Rural
Mixteca Unida	Rural
San Isidro El Chiñón	Rural
San Isidro La Raya	Rural
San Jorge El Chiñón	Rural
San José	Rural
San Juan Del Río	Rural
San Marcos	Rural
San Marcos Natividad	Rural
San Martín Peras	Urbana
Santa Cruz	Rural



Figura 2. Localidades cercanas al proyecto

II.2.1. Regiones indígenas INPI

De acuerdo con información vectorial disponible por parte del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) en la Región Ecológica y área de proyecto se encuentran en la región indígena de nombre “Silacayoapan Mixteco” como se puede ver en la siguiente imagen

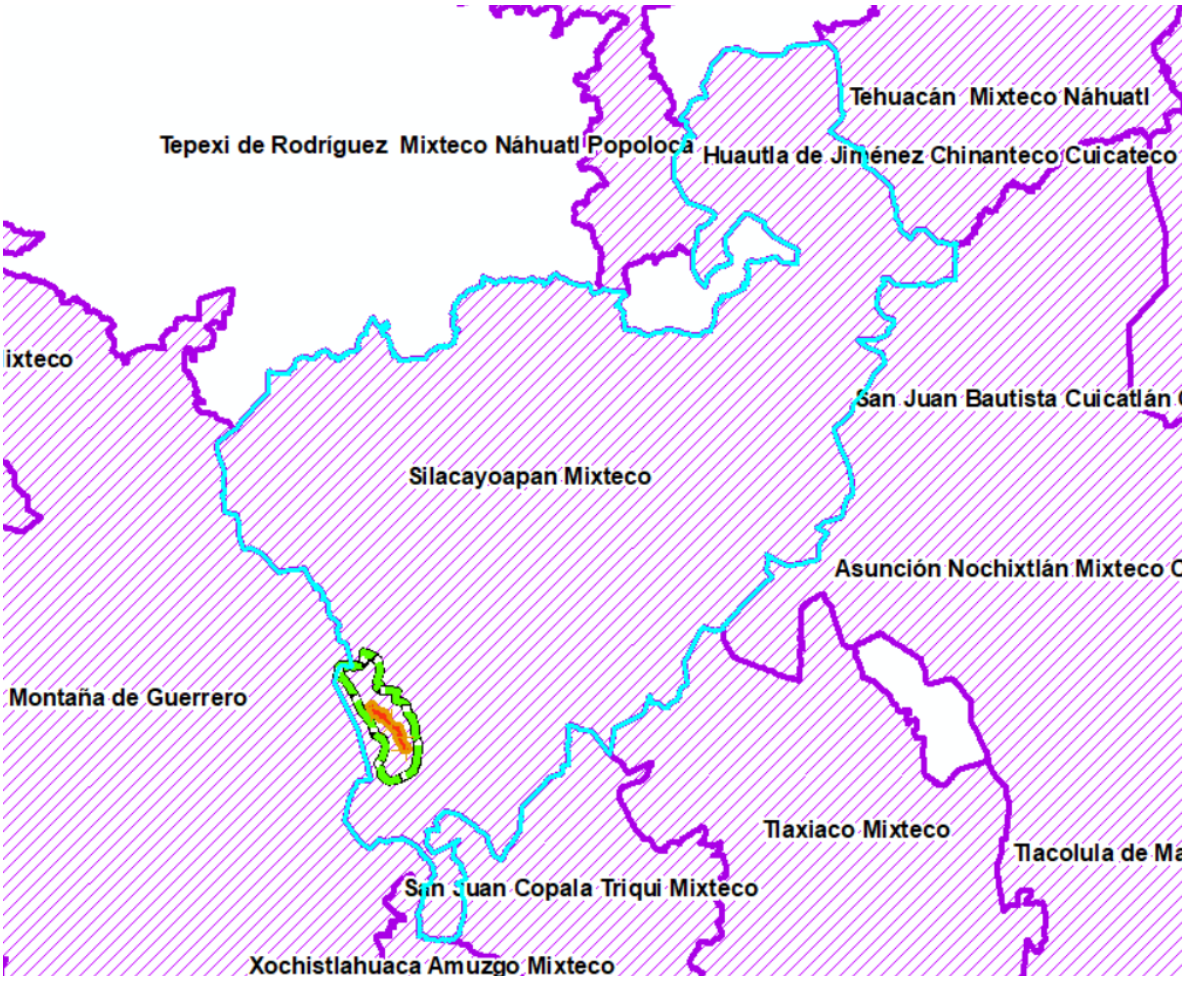


Figura 3. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas

II.2.2. Núcleos Agrarios

Debido a que los Ejidos y Comunidades, son tierras comunitarias poseídas conjuntamente en sistemas de tierras tradicionales. Están abiertos a todos los miembros, pero hay restricciones comunitarias sobre el uso y el acceso a ellas. Frecuentemente son tierras de pastoreo., se consideró pertinente revisar 1) Si el Proyecto, AI o SA se encuentran dentro de un Ejido y/o Comunidad y 2) si ese Ejido y/o Comunidad presenta alguna localidad considerada como indígena. Por lo cual se revisó la incidencia del SA, AI y Área del proyecto con respecto a los núcleos agrarios (Comunidades y ejidos) del estado de Guerrero, se encontró que hay cinco núcleos agrarios.

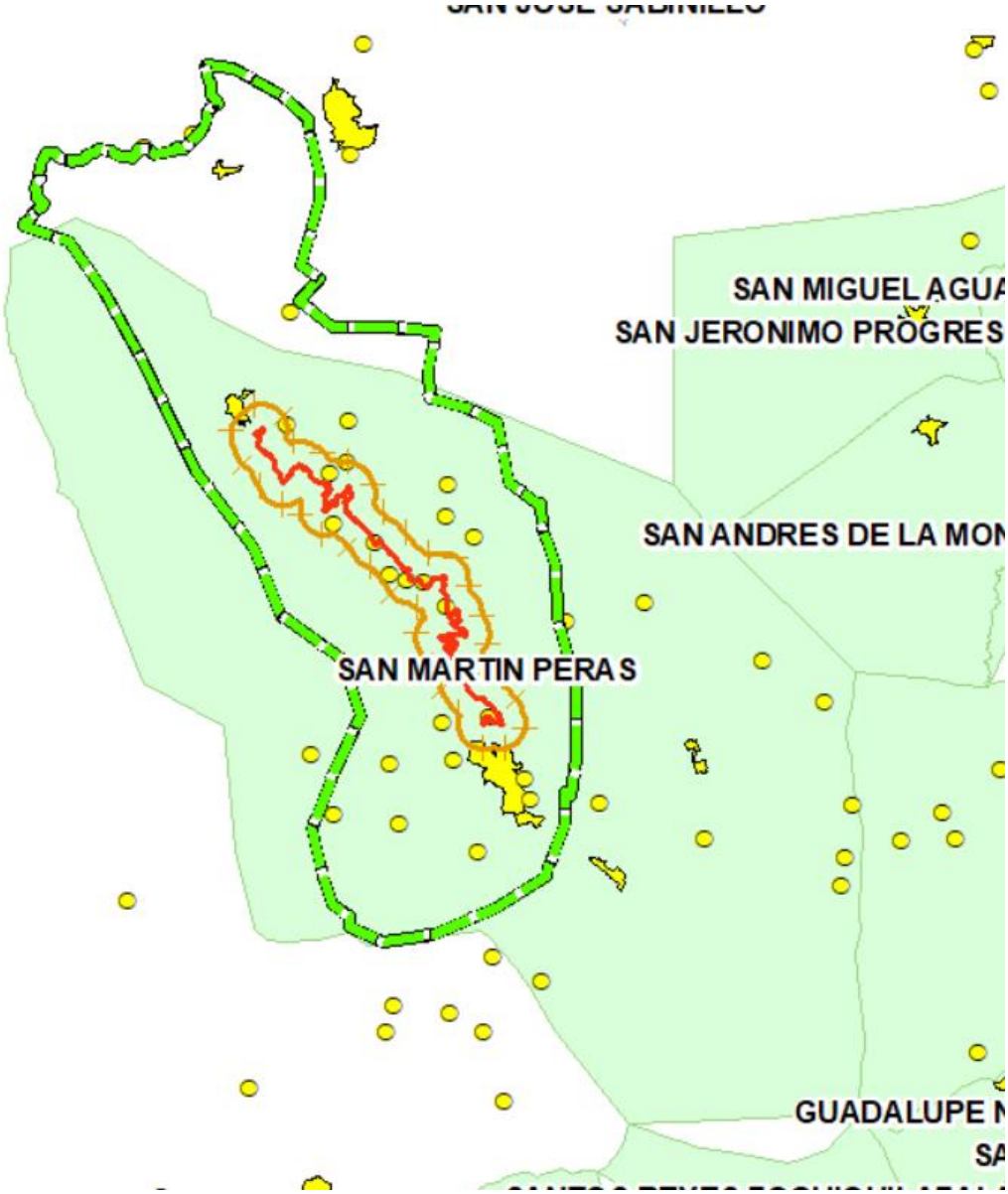


Figura 4. Localización del proyecto con respecto los núcleos agrarios del RAN

II.2.3. Localidades con población indígena Censo INEGI 2020

Los pueblos y comunidades indígenas de México constituyen un conjunto social pluriétnico y multicultural, son portadores de identidades, culturas y cosmovisiones que han desarrollado históricamente. La Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) considera población indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe(a) del hogar, su cónyuge y/o alguno de

los ascendientes (madre o padre, madrastra o padrastro, abuelo(a), bisabuelo(a), tatarabuelo(a), suegro(a)) declaro ser hablante de lengua indígena. Además, también incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares. Con el uso del criterio de "hogar" se trasciende una concepción del desarrollo que supone sólo factores económicos como los únicos determinantes, para complementar una concepción sistémica, más integral, que comprende a la red de relaciones entre ancestros-descendientes y permite considerar no solo a los individuos, sino a los otros niveles de complejidad en esa red de relaciones: familias, comunidades, municipios, regiones, etc. Con este criterio incorporamos en la población indígena al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas

La aplicación metodológica del criterio de hogar indígena coadyuvó así mismo a reconocer a **las localidades indígenas como las localidades que presentan un 40% o más de la población total, como población indígena.**

Para cada localidad de acuerdo con la población total estimada, la población de personas mayores de 3 años que hablan una lengua indígena y el porcentaje de la población que se considera indígena, se identificó que ninguna de estas se puede clasificar como indígena ya que se estipula que se debe de tener un porcentaje de población indígena del 40% o superior según el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

Cuadro 16. Porcentajes de población indígena de las localidades presentes dentro de la RE de acuerdo con INEGI.

Nombre	Tipo	Población total	Población mayor a 3 años que habla una lengua indígena	Porcentaje de Población indígena	Localidad indígena
Ahuejutla	Rural	1366	1260	92.24%	Si
Bajada Del Río	Rural	68	62	91.18%	Si
Barrio Del Carmen	Rural	82	77	93.90%	Si
Barrio San Antonio	Rural	21	18	85.71%	Si
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural	54	52	96.30%	Si
Chiñón	Rural	304	288	94.74%	Si
Colonia Alvarado	Rural	28	26	92.86%	Si
Colonia Guadalupe	Rural	55	49	89.09%	Si
El Cazaguate	Rural	16	16	100.00%	Si

Nombre	Tipo	Población total	Población mayor a 3 años que habla una lengua indígena	Porcentaje de Población indígena	Localidad indígena
El Palmar	Rural	47	45	95.74%	Si
El Paredón	Rural	0	0	0.00%	No
La Candelaria	Rural	104	92	88.46%	Si
La Trinidad Peras	Rural	525	479	91.24%	Si
Las Minas	Rural	208	200	96.15%	Si
Llano De Adobe	Rural	44	42	95.45%	Si
Melesio Sánchez	Rural	9	0	0.00%	No
Mixteca Unida	Rural	7	0	0.00%	No
San Isidro El Chiñón	Rural	63	56	88.89%	Si
San Isidro La Raya	Rural	162	149	91.98%	Si
San Jorge El Chiñón	Rural	89	84	94.38%	Si
San José	Rural	289	265	91.70%	Si
San Juan Del Río	Rural	210	196	93.33%	Si
San Marcos	Rural	100	92	92.00%	Si
San Marcos Natividad	Rural	0	0	0.00%	No
San Martín Peras	Urbana	3051	2683	87.94%	Si
Santa Cruz	Rural	204	181	88.73%	Si

En conclusión, se revisaron las 26 localidades presentes dentro de la RE de acuerdo con INEGI, de entre todas las revisiones realizadas de acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas en México de INEGI del año 2020 así como por su porcentaje de personas mayores de 3 años que hablen alguna lengua indígena, **existen 22 localidades indígenas de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, de INEGI.**

II.2.4. Catalogo Nacional de Pueblos Indígenas y Afromexicanas del INPI

Por último, se consultó el Catálogo Nacional de Pueblos Indígenas y Afromexicanas del INPI el cual tiene el objetivo de identificar a las comunidades indígenas y afromexicanas

con base en sus principales instituciones políticas, jurídicas, territoriales, económicas, sociales y culturales, considerando que la población indígena, va más allá de hablar alguna lengua indígena, ya que es una caracterización de las formas de vida, cosmovisiones, espiritualidad, usos y costumbres, normas y tradiciones, formas de organización social, económica y política, formas de transmisión del conocimiento, instituciones, prácticas, creencias, valores, indumentaria y lenguas, reconociendo su interrelación, dando origen a una comunidad indígena, auto percibida y validada por el estado mexicano. Encontrándose que, de las 26 localidades dentro de la CHF, 7 de ellas es autopercibe como indígenas:

Cuadro 17. Población indígena de las localidades presentes en la RE de acuerdo con INPI

Nombre	Tipo	Localidad indígena	Pueblo indígena
Ahuejutla	Rural	Si	Mixteco
Bajada Del Río	Rural	No	N/A
Barrio Del Carmen	Rural	No	N/A
Barrio San Antonio	Rural	No	N/A
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural	No	N/A
Chiñón	Rural	Si	Mixteco
Colonia Alvarado	Rural	No	N/A
Colonia Guadalupe	Rural	No	N/A
El Cazaguate	Rural	No	N/A
El Palmar	Rural	No	N/A
El Paredón	Rural	No	N/A
La Candelaria	Rural	No	N/A
La Trinidad Peras	Rural	Si	Mixteco
Las Minas	Rural	Si	Mixteco
Llano De Adobe	Rural	No	N/A
Melesio Sánchez	Rural	No	N/A
Mixteca Unida	Rural	No	N/A
San Isidro El Chiñón	Rural	No	N/A
San Isidro La Raya	Rural	No	N/A
San Jorge El Chiñón	Rural	No	N/A
San José	Rural	No	N/A
San Juan Del Río	Rural	Si	Mixteco
San Marcos	Rural	No	N/A
San Marcos Natividad	Rural	No	N/A
San Martín Peras	Urbana	Si	Mixteco
Santa Cruz	Rural	Si	Mixteco



ESTUDIO DE IMPACTO SOCIODEMOGRÁFICO APLICADO A COMUNIDADES INDÍGENAS

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. Introducción 1
I.1 Objetivos 2
I.1.1 Particulares 2
I.2 Alcances 2
II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y del proyecto 3
II.1 Información técnica y general del proyecto 3
II.2 Ubicación del proyecto 5
II.3 Dimensiones del proyecto 8
II.3.1 Superficie del Predio (Derecho de Vía) 8
II.4 Programa general del trabajo 8
II.5 Preparación del sitio 10
II.5.1 Desmonte 10
II.5.2 Despalme 11
II.6 Etapa de construcción 13
II.6.1 Mezclado, tendido y compactado de la subrasante 13
II.6.2 Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica 15
II.6.3 Señalamiento horizontal 27
II.6.4 Señales verticales bajas 28
II.6.5 Construcción de obras complementarias 29
II.6.6 Limpieza y retiro de obras provisionales 38
II.7 Operación y mantenimiento 38
II.7.1 Bacheo 38
II.8 Etapa de abandono del sitio 40
II.9 Residuos 40
II.9.1 Residuos Sólidos 40
II.9.2 Residuos Peligrosos 41
II.9.3 Residuos Líquidos 41
II.9.4 Emisiones a la Atmosfera 41
III. Vinculación con los instrumentos jurídicos aplicables 44
III.1 Marco jurídico aplicable a nivel internacional 44
III.1.1 Declaración universal de los derechos humanos 44

III.1.2 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales 44
III.1.3 Declaración de las Naciones Unidas Sobre Los Derechos De Los Pueblos Indígenas 47
III.2 Marco jurídico aplicable a México 49
III.2.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos 49
III.2.2 Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 53
III.2.3 Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. 55
III.2.4 Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca 56
IV. Identificación de los pueblos y comunidades que se ubican en el área de estudio del proyecto 58
IV.1 Delimitación del área de estudio, área de influencia directa del proyecto 58
IV.2 Descripción del área de estudio asociada a la zona de obras y estructuras principales . 60
IV.2.1 Superficies del camino actual (Tipo E) 60
IV.2.2 Superficie del Proyecto (Tipo D) 61
IV.3 Vegetación en el área del proyecto 62
IV.3.1 Vegetación de acuerdo con el INEGI 62
IV.3.2 Vegetación existente en campo 65
IV.4 Descripción socioeconómica de la población indígena vinculada con el proyecto 67
IV.4.1 Municipio de San Martin Peras 67
IV.4.2 Población vinculada al proyecto 69
IV.5 Caracterización de la población indígena y su aspecto histórico y cultural 78
IV.5.1 Ñuu Savi o Mixteco 78
IV.6 Acta de Asamblea General de la Comunidad indígena 82
V. Identificación de los impactos sociales, su caracterización y medidas de mitigación propuestas para su atención 90
V.1 Metodología para identificar los impactos sociales. 90
V.1.1 Entender el problema. 91
V.1.2 Predecir, analizar y evaluar las probables vías de impacto. 93
V.1.3 Desarrollar e implementar estrategias. 94
V.1.4 Diseñar e Implementar el Plan de Monitoreo. 94
V.2 Estudios previos 95
V.2.1 Consulta para la Identificación de Comunidades Afrodescendientes de México 95

V.3 Proceso de socialización y de gestión social con las comunidades vinculadas con el proyecto 99
V.4 Estudios sociales para la integración de la MIA-R 99
V.5 Consulta a la población Indígena vinculada 99
V.5.1 Objeto de la Consulta 100
V.5.2 Materia de la Consulta. 100
V.5.3 Sujetos. 101
V.5.4 Identificación de Actores locales. 101
V.5.5 Procedimiento de la Consulta 102
V.5.6 Programa de actividades 103
V.6 Caracterización de los impactos sociales para la zona del proyecto 103
V.6.1 Identificación de los componentes sociales 104
V.6.2 Construcción de la matriz de interacción 105
V.7 Impactos sobre las actividades productivas 107
V.8 Impacto sobre el crecimiento demográfico de poblados cercanos al sitio del proyecto . 107
V.9 Usos y costumbres de la cultura indígena y su relación con la construcción del proyecto 108
VI. Planes de Gestión Social 109
VI.1 Plan de comunicación social con la comunidad. 109
VI.1.1 Objetivo 109
VI.1.2 Actividades 109
VI.1.3 Divulgación de la información 110
VI.1.4 Mecanismos y estrategias participativas 110
VI.1.5 Indicadores de monitoreo y seguimiento 111
VI.1.6 Cronograma 111
VI.2 Plan de seguridad social y vinculación 111
VII. Programa de actividades a realizar 112
VII.1 Trabajo de Gabinete 112
VII.2 Trabajo social con las localidades indígenas 112
VIII. Conclusiones 114
IX. Bibliografía 115

CUADROS

Cuadro 1. Caminos que confirman el proyecto 3
Cuadro 2. Características generales del camino actual y del proyecto 4
Cuadro 2. Coordenadas generales del proyecto 5
Cuadro 2. Coordenadas cada 250 metros del Ramal 6
Cuadro 3. Características de largo y amplitud del eje 8
Cuadro 4. Superficie del Derecho de Vía 8
Cuadro 5. Programa de Trabajo (propuesta) 9
Cuadro 7. Características del Terraplén 13
Cuadro 8. Granulometría 18
Cuadro 9. Características de calidad 18
Cuadro 10. Características de la emulsión asfáltica 20
Cuadro 11. Control de calidad y especificación para el riego de liga 22
Cuadro 12. Granulometría 22
Cuadro 13. Características de calidad del material pétreo 23
Cuadro 14. Características de calidad para el método Marshall 23
Cuadro 15. Vacíos en el agregado mineral 23
Cuadro 16. Características de la carpeta asfáltica 25
Cuadro 17. Obras de drenaje que comprende el proyecto 29
Cuadro 18. Localización de las cunetas del presente proyecto 33
Cuadro 19. Localización de los lavaderos 36
Cuadro 20. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera 42
Cuadro 19. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca. 55
Cuadro 20. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca. 56
Cuadro 22. Coordenadas del proyecto 60
Cuadro 23. Características particulares del camino existente 60
Cuadro 24. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto . 61
Cuadro 25. Dimensiones del proyecto 61
Cuadro 26. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto 62
Cuadro 27. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente 62
Cuadro 28. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI 63
Cuadro 30. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo 65
Cuadro 31. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 66
Cuadro 32. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de San Martin Peras 69
Cuadro 32. Localidades según INEGI 71

Cuadro 34. Localidades cercanas al proyecto 73
Cuadro 37. Porcentajes de población indígena de las localidades presentes dentro del SAR de acuerdo con INEGI. 76
Cuadro 38. Etapas de la Evaluación del Impacto Social. 91
Cuadro 39. Procedimientos metodológicos de la Consulta a Pueblos Afrodescendientes 95
Cuadro 40. Descripción de elementos definitorios de la organización colectiva 96
Cuadro 41. Coordenadas de inicio y fin del proyecto. 100
Cuadro 42. Sujetos de la Consulta..... 101
Cuadro 43. Etapas de la Consulta. 102
Cuadro 44. Diagrama de Gantt para la realización de la Consulta a Pueblos Indígenas 103
Cuadro 45. Actividad con potencial de generar impactos sociales 104
Cuadro 46. Actividad con potencial de generar impactos sociales 104
Cuadro 47. Matriz de interacción de los impactos sociales 105
Cuadro 48. Cronograma Comunicación social 111
Cuadro 49. Diagrama de Gantt de las actividades del estudio 113

FIGURAS

Figura 1. Ejes que conforman el Proyecto 4
Figura 1. Macrolocalización del Proyecto..... 7
Figura 2. Microlocalización del Proyecto 7
Figura 4. Localización de las obras de drenaje 31
Figura 6. Visualización del área de influencia (AI)..... 59
Figura 7. Sección tipo 61
Figura 8. Uso de suelo y vegetación según INEGI serie VII 63
Figura 9. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo..... 66
Figura 81. Pueblos Indígenas del Estado de Oaxaca 70
Figura 28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas 74
Figura 29. Localización del proyecto con respecto los núcleos agrarios del RAN 75

I. Introducción

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, en su artículo 1 indica que

> *Los indígenas tienen derecho, como pueblos o como personas, al disfrute pleno de todos los derechos humanos y las libertades fundamentales reconocidos por la Carta de las Naciones Unidas, la Declaración Universal de Derechos Humanos y la normativa internacional de los derechos humanos.*

Así mismo en el artículo 3 menciona

> *Los pueblos indígenas tienen derecho a la libre determinación. En virtud de ese derecho determinan libremente su condición política y persiguen libremente su desarrollo económico, social y cultural.*

En México existen 23.2 millones de personas de tres años y más que se autoidentifican como indígenas, lo que equivale a 19.4 % de la población total de ese rango de edad. El Censo de Población y Vivienda 2020 identificó que en México había 7 364 645 personas de tres años y más hablantes de lengua indígena, lo que representó 6.1 % de la población total del país en ese rango de edad.

La constitución política de México en los artículos 1o. y 2o. reconoce el carácter multiétnico, pluricultural y plurilingüe de México, sustentado en la presencia y diversidad de los pueblos indígenas y afromexicanos que lo integran. En este sentido el artículo segundo define a los pueblos indígenas

> *La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.*
>
> *Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.*

Así mismo en su sección B se menciona la federación, las entidades federativas y los municipios deben garantizar la vigencia de derechos de los indígenas y su desarrollo integral y específicamente en el párrafo VI se menciona lo siguiente:

> *Extender la red de comunicaciones que permita la integración de las comunidades, mediante la construcción y ampliación de vías de comunicación y telecomunicación. Establecer condiciones para que los pueblos y las comunidades indígenas puedan adquirir, operar y administrar medios de comunicación, en los términos que las leyes de la materia determinen*.

Considerando lo anterior este documento, cuyo contenido describe la ubicación de pueblos indígenas, sus características, posibles afectaciones y mitigación de dichas afectaciones

por la implementación del proyecto Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca, permitirá que a la comunidad y/o pueblos indígenas se les otorguen los elementos necesarios para determinar si, a su parecer, existe una afectación a sus derechos y/o subsistencia.

I.1 Objetivos

Establecer las acciones de prevención, mitigación y control de los impactos negativos sobre los pueblos indígenas y afrodescendientes, causadas por las actividades descritas en la MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca.

I.1.1 Particulares

- Prevenir que el proyecto resulte en la degradación de la calidad de vida de los residentes en las áreas de afectación del Proyecto
- Prevenir conflictos sociales entre los involucrados, interesados y Gobierno.
- Identificar y proteger a la comunidad indígena y afrodescendiente

I.2 Alcances

Implementar una ruta de comunicación que asegure la participación de los pueblos indígenas, con base en la información proporcionada acerca del proyecto. A través del establecimiento de acuerdos que les permitan tomar las decisiones que les conciernen, ejerciendo su derecho a el conocimiento libre previo e informado y de buena fé.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y del proyecto

II.1 Información técnica y general del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen con una longitud de 12.940 km, así como de un libramiento de 3.439 km el cual comunica a las localidades El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón, con la troncal. Ambos caminos se encuentran en el municipio San Martín Peras el cual pertenece al estado de Oaxaca. El proyecto tendrá beneficios a los usuarios locales, pero también a usuarios regionales, toda vez que el camino es parte de un proyecto mayor de modernización carretera para facilitar el traslado de personas, productos y servicios entre Oaxaca y Guerrero, el proyecto pretende detonar el desarrollo de las comunidades ubicadas en la Mixteca oaxaqueña y en la Montaña guerrerense. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km, como se muestra a continuación:

Cuadro 1. Caminos que confirman el proyecto

Eje	Estacion de inicio	Estacion de fin	Longitud
Troncal	36+400	49+340	12.940 km
Ramal	100+000	103+349	3.439 km
Total			**16.379 km**

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35 metros, sin embargo, este camino de terracería no presenta la pendiente y tipo de cuervas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro.

Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, pavimentación de toda la longitud del camino y se ampliará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

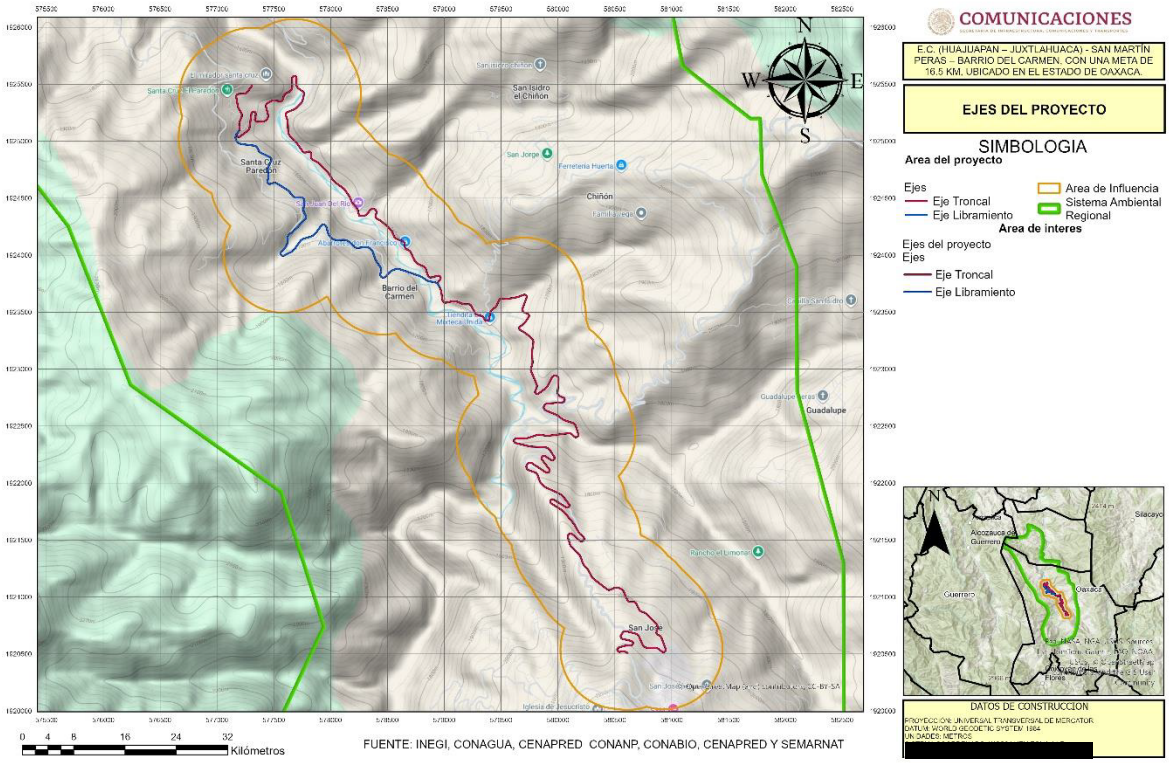


Figura 1. Ejes que conforman el Proyecto

La modernización de un camino tiene como objetivo principal la optimización de tiempo, mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de pasajeros y productos (principalmente agrícolas, ganaderos y petroquímicos), y que con las características geométricas actuales son difíciles de cumplir, por lo, es necesario buscar opciones que solucionen de manera óptima las necesidades de todos los usuarios.

A continuación, se muestran las especificaciones geométricas del proyecto:

Cuadro 2. Características generales del camino actual y del proyecto

Elemento	Troncal	Libramiento
Camino tipo	D	D
Inicio	36+400	100+000
Fin	49+340	103+439
Longitud	12,940	3,439
Ancho de derecho de vía (m)	40	40
Ancho línea de ceros (m)	15.8347	17.8002
Ancho de corona (m)	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7
Número de carriles	2	2

Elemento	Troncal	Libramiento
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5
Número y ancho de acotamiento (m)	No incluye	
Superficie del derecho de vía (m2)	51.223	13.9904
superficie línea de ceros (m2)	20.49005	6.1215
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	20.49005	6.1215

II.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra inmerso en el municipio de San Martin Pereas, el municipio se localiza al noroeste del estado de Oaxaca. Ocupa el 0.26% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de San Francisco Tlapancingo y Silacayoápam; al este con los municipios de Silacayoápam y San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con los municipios de Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; al oeste con el estado de Guerrero.

En el siguiente cuadro se muestran las coordenadas de ubicación del proyecto, y en las imágenes se aprecia la ubicación de este.

Cuadro 3. Coordenadas generales del proyecto

Estacion	X	Y
30+000	580612.926	1920508.56
30+250	580651.101	1920578.25
30+500	580620.652	1920694.29
30+750	580800.546	1920553.28
31+000	580921.802	1920610.67
31+250	580815.936	1920811.95
31+500	580633.111	1920956.22
31+750	580454.741	1921062.14
32+000	580272.831	1921222.51
32+250	580132.89	1921424.39
32+500	580181.944	1921502.75
32+750	580124.534	1921660.71
33+000	579937.937	1921823.15
33+250	580090.674	1921822.92
33+500	579890.453	1921963.02
33+750	579724.513	1922130.75

Estacion	X	Y
34+000	579913.309	1922092.55
34+250	579932.238	1922207.01
34+500	579817.83	1922316.66
34+750	579630.462	1922390.05
35+000	579875.048	1922418.6
35+250	580121.419	1922428.33
35+500	580081.451	1922543.06
35+750	579874.566	1922667.4
36+000	580036.048	1922753.93
36+250	579955.115	1922936.84
36+500	579799.205	1922806.63
36+750	579773.583	1923040.89
37+000	579756.367	1923279.75
37+250	579736.144	1923447.6
37+500	579711.759	1923651.99
37+750	579477.783	1923597.27

Estacion	X	Y
38+000	579347.445	1923447.76
38+250	579156.058	1923574.34
38+500	578974.835	1923667.01
38+750	578879.179	1923804.51
39+000	578725.055	1923981.51
39+250	578569.203	1924150.02
39+500	578400.435	1924326.99
39+750	578250.42	1924352.88
40+000	578130.076	1924566.72
40+250	577957.843	1924743.9
40+500	577797.21	1924905.97

Estacion	X	Y
40+750	577629.281	1925069.26
41+000	577669.386	1925275.64
41+250	577717.107	1925462.92
41+500	577658.359	1925460.97
41+750	577468.846	1925347.84
42+000	577374.263	1925171.39
42+250	577291.433	1925155.74
42+500	577199.059	1925102.44
42+750	577178.027	1925338.73
42+940	577276.614	1925444.28

Cuadro 4. Coordenadas cada 250 metros del Ramal

Estacion	X	Y
100+000	578956.617	1923720.79
100+250	578742.155	1923831.21
100+500	578509.971	1923841.63
100+750	578394.785	1923960.4
101+000	578212.759	1924070.04
101+250	577994.604	1924162.49
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

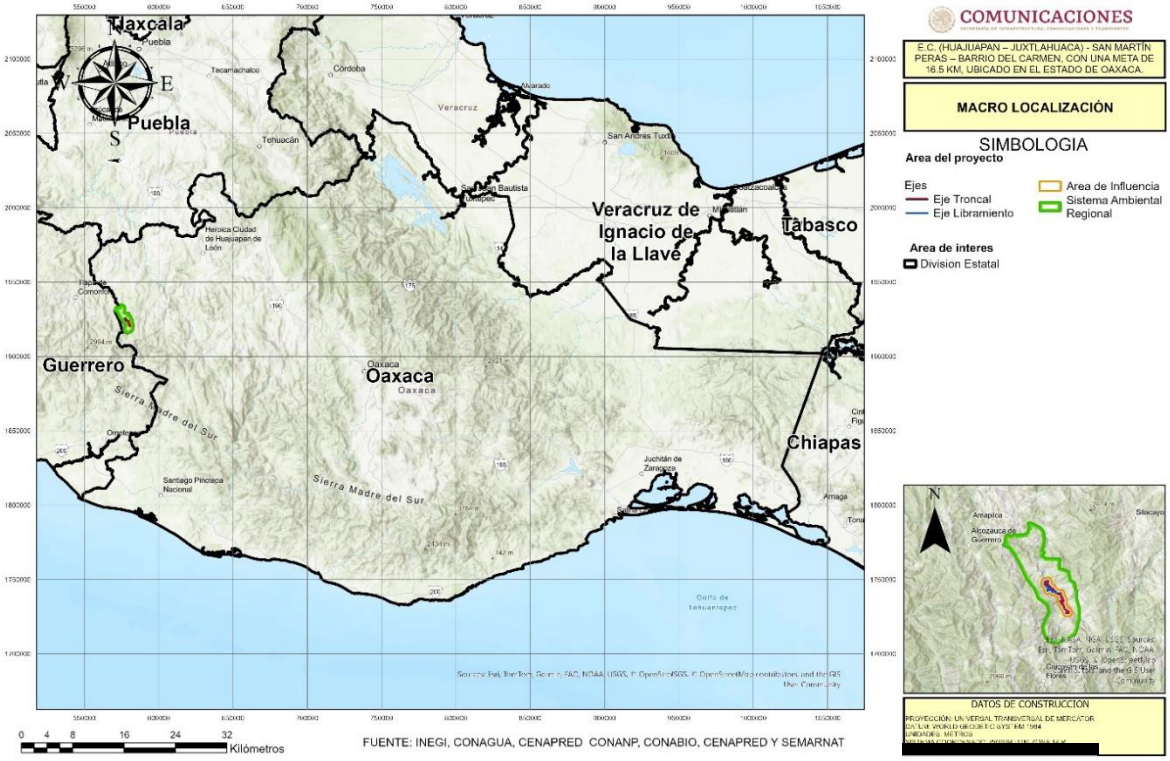


Figura 2. Macrolocalización del Proyecto

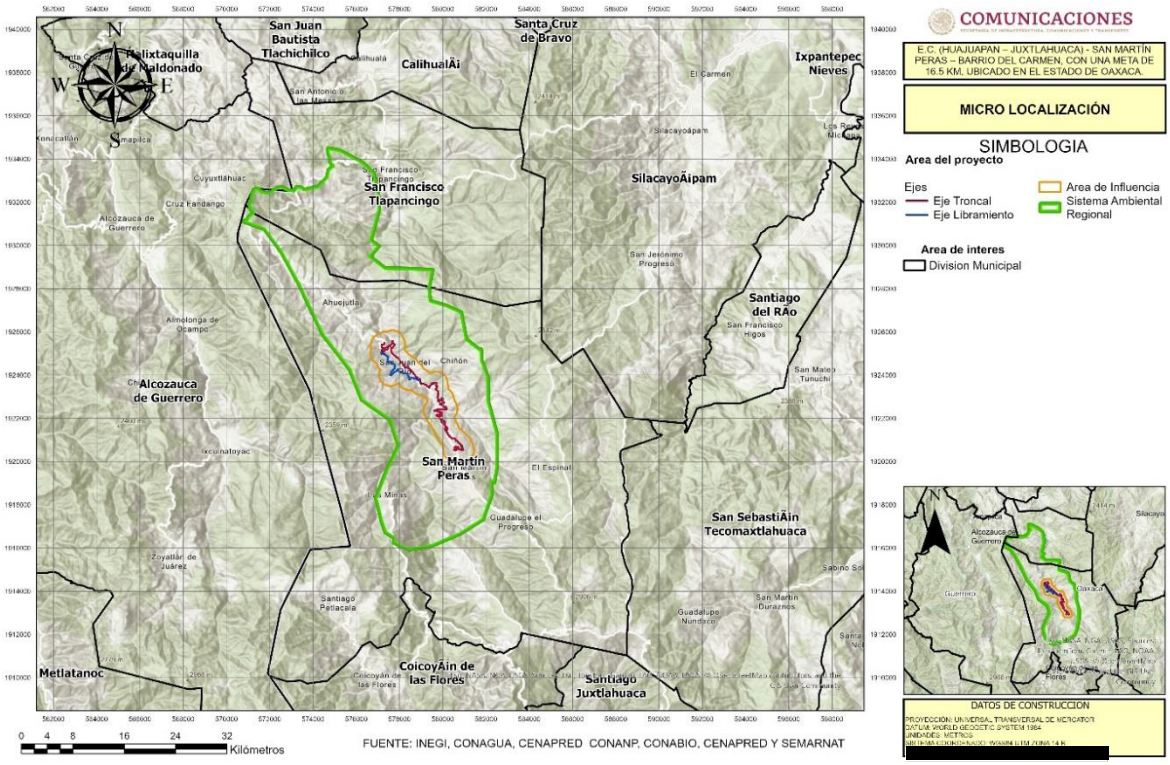


Figura 3. Microlocalización del Proyecto

II.3 Dimensiones del proyecto

II.3.1 Superficie del Predio (Derecho de Vía)

Cabe señalar que el Derecho de Vía, corresponde a la superficie total del predio, como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea únicamente la línea de ceros, ya que fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 16,379 metros, es importante mencionar que la superficie del derecho de vía **NO corresponde** a la multiplicación largo del camino por la amplitud del derecho de vía, ya que el eje presenta curvas, las cuales afectan la superficie calculada a partir del buffer antes mencionado tal y como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 5. Características de largo y amplitud del eje

Elemento	Troncal	Ramal
Largo (m)	12,940	3,439
Amplitud (m)	20	20

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 65.2134 ha.

Cuadro 6. Superficie del Derecho de Vía

Derecho de vía	Superficie (ha)
Troncal	51.223
Ramal	13.9904
Total	65.2134

II.4 Programa general del trabajo

Las actividades que se plantean en el programa de trabajo se ejecutarán de acuerdo con el proceso constructivo, sin embargo, cabe destacar que las actividades relacionadas con la protección al ambiente se llevarán a cabo de manera permanente hasta finalizar la obra, destacando, además, que se llevara un seguimiento de las medidas de mitigación propuestas y empleadas. El Periodo para la preparación del sitio y construcción se considera como mínimo de 6 años tal como se desglosa a continuación:

Cuadro 7. Programa de Trabajo (propuesta)

ACTIVIDADES	AÑOS																																	
	1						2						3						4						5						6 - 30					
	MESES																																	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	70	80	90	120	240	360
PREPARACIÓN DEL SITIO																																				
Desmonte	■	■	■	■	■	■																														
Despalme			■	■	■	■																														
CONSTRUCCIÓN																																				
Realización de Cortes y Excavaciones							■	■	■	■	■	■																								
Formación y compactación de terraplenes											■	■	■	■	■																					
Mezclado, tendido y compactado de la subrasante															■	■	■	■	■																	
Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base																			■	■	■	■	■													
Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica																						■	■	■	■	■										
Construcción de Obras de drenaje																										■	■	■	■	■	■					
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																				
Señalamiento																																■	■	■	■	■
Operación																																■	■	■	■	■
Mantenimiento del Proyecto																																■	■	■	■	■

Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vía útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, que quedarán a disposición de la SCT.

En el siguiente apartado se presenta la descripción de las actividades a ejecutar durante las distintas etapas del proyecto.

II.5 Preparación del sitio

II.5.1 Desmonte

Para el presente proyecto el desmonte comprenderá actividades específicas de tala (que consiste en cortar árboles y arbustos), roza (corte y retiro de malezas, hierba, zacate o residuos de siembras), desenraice (retiro de troncos o tocones con o sin raíces) y la limpia y disposición final, que consiste en retirará el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la SCT.

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 la zona destinada a la construcción, evitando dañar vegetación fuera del área indicada (ceros de taludes). El desenraice se ejecutará, por lo menos, dentro de las superficies limitadas por líneas trazadas a lo largo de ceros de cortes y terraplenes. Las ramas de los árboles situadas fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas.

La actividad general de desmonte solo se podrá ejecutar cuando el rescate de flora y fauna hayan sido realizados, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Todos los árboles que se encuentren dentro del área que ocupará la calzada del camino tendrán que ser marcados mediante una clave en la parte baja del tocón, misma que deberá ser designada por el responsable Técnico Forestal que indique el Promovente, con la única condición de contar con el Registro Forestal Nacional. Posteriormente al marqueo de los árboles, se llevará a cabo su derribo. Para este efecto se puede utilizar motosierras, machetes, hachas, sierras manuales, cascos, guantes de carnaza, lentes de seguridad, entre otros.

Conforme a los análisis descritos en el Capítulo IV, se considera la remoción de 43 individuos de los cuales 2 pertenecen al estrato arbóreo, 18 al estrato arbustivo y 3 al estrato herbáceo

II.5.2 Despalme

El despalme consiste en la remoción del material orgánico que forma la capa superficial del suelo, se realizará a lo largo y ancho de las superficies que ocupará el camino en un espesor promedio de 20 cm, lo anterior se llevará a cabo para el desplante del terraplén y el área donde se realizará la ampliación, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal), para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de la terracería.

El material de despalme será colocado a un lado del sitio del proyecto siempre que no interfiera con las labores de construcción ni con el drenaje del camino existente para posteriormente ser aprovechado en el arrope de los taludes y esparcimiento en la zona.

II.5.2.1 Cortes y excavaciones

Los cortes y terraplenes se realizarán de acuerdo con los datos de construcción del proyecto geométrico. El volumen del material resultado de los cortes se aprovechará para la conformación de terraplenes.

Los cortes son excavaciones ejecutados a cielo abierto en el terreno natural, del ancho necesario para alojar la sección tipo del proyecto, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, en derrumbes y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-003/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria con las tolerancias ahí fijadas.

El material producto de esta operación si es adecuado y ordenado por la secretaría, se utilizará en la construcción de los terraplenes, en este sentido se ocupará el 70 % del material resultado de los cortes. Para excavaciones en préstamos de banco, en la obtención de los materiales para la formación de los terraplenes no compensados, se procederá de acuerdo con lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-008/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales extraídos de los frentes de ataque al sitio de almacenamiento o de proyecto, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la Obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los materiales no aprovechables o los desperdicios que resulten de los cortes en caso de no cumplir con las especificaciones de la secretaría se cargarán y transportarán a un sitio de almacenamiento temporal donde no estorben la extracción y tratamiento de los materiales aprovechables y donde no obstruyan el drenaje natural pudiendo ser en los patios de maquinaria. Al término de la actividad esos materiales se colocarán y extenderán en los fondos de las excavaciones y en los taludes, extendiéndolos para formar una

superficie uniforme y estable, de forma que el producto del despalme quede en la superficie con el propósito de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El transporte y disposición de los materiales se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N·CTR·CAR·1·01·013, Acarreos.

Es importante señalar que el volumen a requerir de los bancos de materiales autorizados será establecido por la empresa constructora.

II.5.2.2 Formación y compactación de terraplenes

Son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes, o procedente de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la secretaría, el cuerpo del terraplén se construirá de acuerdo con el espesor y compactación indicados en el proyecto o de acuerdo con los terraplenes en la ampliación de la corona de terraplenes existentes. Para los conceptos de terraplenes, se considerará lo señalado en la cláusula D de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte (20) centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural. El material proveniente de cortes o bancos se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material. En caso de material compactable, éste se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminando el agua excedente.

Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección. Cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles, donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas, utilizando equipo mayor, dichos lugares se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante. El nivel de la plantilla será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a colocar una primera capa a volteo de espesor suficiente para que soporte al equipo. Seguida a la capa de terraplén y como

parte final se construirá una capa subrasante de 0.30 m de espesor. Los materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

La Formación y Compactación de Terraplenes se ajustará a lo establecido en las cláusulas G.3 Tendido y Conformación y G.4 Compactación o Acomodo, ambas pertenecientes a la Norma N-CTR-CAR-1-01-009 Terraplenes.

Cuadro 8. Características del Terraplén

Cuerpo de Terraplén	Valor
Espesor (cm)	30.0 (máx)
Compactación (%)	100 (min) AASTO std
Tamaño máximo (pulg)	3
CBR (100%)	20 (min)
Expansión (%)	2.5 (máx)
Capas de Terraplén	Valor
Espesor (cm)	30.0 (máx)
Compactación (%)	90 (min) AASTO std
Tamaño máximo (pulg)	3
CBR (90%)	5.0 (min)
Expansión (%)	5.0 (máx)

II.6 Etapa de construcción

II.6.1 Mezclado, tendido y compactado de la subrasante

La capa subrasante es la porción subyacente a la sub -corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se les conoce como subrasante económica. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades prejudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación. En caso de que los sitios presenten una densidad arbórea considerable, se tendrá que realizar el estudio pertinente /Estudio Técnico Justificativo) para solicitar autorización sobre el cambio de uso de suelo con las autoridades correspondientes.

II.6.1.1 Excavación de préstamos para capa subrasante

Para la ejecución de los Préstamos, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras, y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Antes de abrir un frente en el banco, se delimitará la zona por excavar mediante estacas u otras referencias; la zona por excavar se desmontará y despalmará, según lo establecido

en las Normas N-CTR-CAR-1-01-001 Desmonte y N-CTR-CAR-1-01- 002 Despalme, respectivamente.

Las excavaciones en los bancos se ejecutarán en la forma más regular posible, en seco salvo que la Secretaría, apruebe otra cosa, con el talud que garantice la estabilidad del frente, sin aflojar el material, ni alterar las áreas fuera de la zona delimitada, ejecutándose las excavaciones de manera que se permita el drenaje natural del banco

Al término de la explotación del banco, además de las medidas de mitigación al impacto ambiental que procedan, se afinarán los fondos de las excavaciones, se tenderán y afinarán sus taludes de manera que queden de 1:1.5 o más tendidos, salvo que se trate de frentes de roca y se proveerá un adecuado drenaje.

Si al término de la explotación del banco, los materiales de los taludes resultan fragmentados o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido, amacizando los taludes.

Una vez afinados los fondos y los taludes de las excavaciones, los materiales no aprovechables o los desperdicios que hayan resultado de la explotación, se colocarán sobre aquellos, extendiéndolos para formar una superficie uniforme y estable, de forma que el producto del despalme quede en la superficie con e l propósito de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Los materiales aprovechables que se extraigan del banco y que no requieran tratamiento, se disgregarán con el equipo que se utilice en la excavación y marros, y si es necesario, se pepenarán y eliminarán las partículas de tamaños mayores al establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Los materiales que requieran ser cribados se pasarán por cribas mecánicas que aseguren la eliminación de las partículas mayores al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, o clasifiquen el material separándolo por tamaños.

Los materiales que requieran ser triturados parcialmente y cribados, se triturarán al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con el equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica fijada, El material se hará pasar totalmente por el equipo, aunque solo una parte de él se triture, determinando previamente el porcentaje por triturar.

Los materiales extraídos del frente del banco o pepenados, que requieran ser triturados totalmente y cribados, se triturarán al tamaño máximo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con el equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica fijada.

Para este concepto regirán los criterios de aceptación o rechazo señalados en la cláusula H de la Norma N-CTR-CAR-1-01-008 Bancos, y cláusula I de la Norma N- CTR-CAR-1-01-013 Acarreos.

II.6.1.2 Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base

Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.3 m de espesor. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m, en caso de utilizar dos o más materiales se mezclaran en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Cada tapa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores a 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las irillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para dar terminación a la construcción de la sub-base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

II.6.2 Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica

II.6.2.1 Concreto hidráulico

Para la elaboración y colocación de concreto hidráulico, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras. El agua estará limpia y libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto.

Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se colocará concreto hidráulico:

- Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo. En caso de que se presente una lluvia durante la colocación, se protegerán convenientemente las superficies del concreto fresco, para evitar deslaves o defectos en el acabado.

- Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 grados Celsius, salvo en aquellos casos que se apliquen procedimientos o se utilicen aditivos aprobados por la Secretaría.

- Cuando la evaporación sobre la superficie del concreto sea mayor de 1 kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo con las recomendaciones de la Pórtland Cement Association (PCA), a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto hidráulico y lo apruebe la Secretaría

Los materiales pétreos, el cemento Pórtland, los aditivos y las fibras que se empleen en la elaboración de concreto hidráulico, se mezclarán en las proporciones necesarias para producir un concreto homogéneo; el proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener un concreto de f'c=250kg/cm2 para las losas, y el recubrimiento de cunetas; y f'c=100kg/cm2 para la plantilla de las obras de drenaje. Esta determinación será responsabilidad del contratista de obra.

Si en la ejecución del trabajo y ajuicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados, no se obtiene un concreto con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo, en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen serán imputables al Contratista de Obra.

Inmediatamente antes del colado del concreto hidráulico, toda la superficie por cubrir estará debidamente preparada, exenta de polvo, grasa o materiales extraños. No se permitirá el colado en superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría. La superficie por cubrir deberá estar húmeda desde el momento en que se termine la limpieza y hasta la colocación del concreto hidráulico.

El diseño de las obras falsas, cimbras y moldes, será responsabilidad del contratista de obra, y las construirá para cumplir lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El concreto podrá ser elaborado en planta o en obra, siempre que ahí se cuente con el equipo apropiado para producir un concreto con las características establecidas en el proyecto.

Durante el proceso de producción, no se cambiará de un tipo de concreto a otro, hasta que la mezcladora o las tolvas de las plantas hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

La mezcla no permanecerá más de veinte minutos en la revolvedora después de terminado el mezclado. Si por alguna razón la mezcla no fue vaciada inmediatamente después del mezclado, antes de vaciarla, se volverá a mezclar por lo menos durante un minuto. El contenido de la revolvedora se retirará por completo del tambor, antes de que los materiales para la siguiente revoltura sean introducidos en el mismo. Cuando se suspenda el trabajo de una revolvedora por más de treinta minutos, se lavará la tolva, el tambor y los canales, retirando completamente los residuos de concreto antes de volver a utilizarla.

A menos que la Secretaría indique otra cosa, inmediatamente antes y durante el colado, estará presente un representante suyo para inspeccionar, si así lo juzga necesario, la elevación de los desplantes, la solidez, dimensiones y demás requisitos de las obras falsas, cimbras o moldes, por lo que el Contratista de Obra dará aviso con veinticuatro horas de anticipación al colado de cualquier estructura o parte de ellas. El concreto que se haya

colocado en ausencia de un representante de la Secretaría sin previa aprobación de esta, será reemplazado si así lo estima conveniente la Secretaría.

No se dejará caer la revoltura desde alturas mayores de 1.5 metros ni se amontonará para después extenderla en los moldes; el lapso entre un vaciado y el siguiente, para el mismo frente de colado, será como máximo de treinta minutos, a menos que la Secretaría apruebe otra cosa. Se empleará el número suficiente de vibradores para asegurar un correcto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen de concreto que se coloque.

Para ligar concreto fresco con otro ya fraguado, transcurridas de diez a setenta y dos horas de terminado el colado, se procederá a cepillar enérgicamente la superficie expuesta, con un cepillo de alambre y agua a poca presión, para quitar una capa de 0.5 centímetros de espesor aproximadamente, con objeto de obtener una superficie rugosa y resistente. Durante las diez primeras horas que sigan a la terminación del colado, se evitará que el agua de lluvia o alguna corriente de agua, deslave el concreto.

Una vez iniciado el fraguado y por lo menos durante las primeras cuarenta y ocho horas de efectuado el colado, se evitará toda clase de sacudidas, trepidaciones y movimientos en las varillas que sobresalgan, que interrumpan el estado de reposo, y alteren el acabado superficial con huellas y otras marcas.

II.6.2.1.1 Acero para concreto hidráulico

El acero y la soldadura cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables de los Títulos 03. Acero y Productos de Acero y 04. Soldadura de la Parte 2. Materiales para Estructuras, del Libro CMT. Características de los Materiales. Para el habilitado y colocación del acero para Concreto Hidráulico, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Previo al habilitado y colocación del acero, se limpiará para que esté libre de aceite, grasa, tierra, óxido, escamas, hojeaduras o cualquier otra sustancia extraña. Antes de su utilización, se verificará que el acero no tenga quiebres o deformaciones de la sección.

Las varillas de refuerzo se doblarán lentamente, en frío, para darles la forma que fije el proyecto, cualquiera que sea su diámetro. Cuando la Secretaría apruebe, que la varilla se caliente para facilitar su doblado, la temperatura no excederá de doscientos grados Celsius, la cual se determinará por medio de lápices del tipo de fusión. La fuente de fusión no se aplicará directamente a la varilla y el enfriamiento deberá ser lento.

Los dobleces para estribos se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que dos veces el de la varilla. En varillas menores de 2.5 cm de diámetro, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor que 6 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180 grados o a 90 grados. En varillas de 2.5 cm o mayores, los ganchos de anclaje se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de 8 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180 grados o a 90 grados. En una misma sección

estructural no se permitirá empalmar más del cincuenta por ciento de las varillas de refuerzo.

Los empalmes tendrán una longitud de 40 veces el diámetro, para varilla corrugada y de 60 veces el diámetro para varilla lisa, los empalmes se ubicarán en los puntos de menor esfuerzo de tensión. En los empalmes a tope, los extremos de la varilla se unirán mediante soldadura de arco. La preparación de los extremos será según lo indicado en el proyecto.

Las juntas soldadas a tope tendrán una resistencia de por lo menos 125% de la resistencia de fluencia de las varillas soldadas. El refuerzo más próximo al molde quedará separado del mismo a una distancia mínima de 5 cm, mediante el uso de separadores de acero o dados de concreto.

No se iniciará ningún colado hasta que la Secretaría inspecciones y apruebe el armado y la colocación del acero de refuerzo.

II.6.2.1.2 Base hidráulica

Sobre la capa de Subbase debidamente terminada se construirá la capa de base hidráulica de 0.15 m**.** de espesor, con tamaño máximo del agregado de material triturado de 1 ½", utilizando material procedente del banco de préstamo que elija el contratista para este fin. El material que conforme ésta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (**N-CMT-4.02.002/16**), y deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Cuadro 9. Granulometría

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	ΣL > 106
37.5	11/2"	100
25	1"	70-100
19	¾"	60-86
9.5	3/8"	40-65
4.75	No. 4	30-50
2	No. 10	21-36
0.85	No. 20	13-25
0.425	No. 40	8-17
0.25	No. 60	5-12
0.15	No. 100	3-9
0.075	No. 200	0-5

Cuadro 10. Características de calidad

Característica	Valor
Límite líquido; %, máximo	25
Índice plástico; %; máximo	6

Característica	Valor
Equivalente de arena, mínimo	50
Valor Soporte de California (CBR); %, mínimo	100
Desgaste los Ángeles; %, máximo	30
Partículas alargadas y lajeadas; %; máximo	35
Grado de compactación; %; mínimo	100

El tamaño del agregado pétreo será de 1 ½" a finos

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con las proporciones necesarias para obtener un material uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, y se hará mediante uno de los dos procedimientos indicados en la Cláusula G.2 de la Norma N-CTR-CAR-1-04-002 Subbases y Bases.

Antes de iniciar la construcción, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la Base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia su deterioro.

Se descargará el material sobre la subrasante, en cantidad prefijada por estación de veinte (20.0) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

Inmediatamente se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor al que el equipo pueda compactar al cien por ciento (100%). Si el tendido se realiza con extendedora, su tolva de descarga permanecerá llena para evitar la segregación del material; si esto ocurre, el Contratista lo remezclará por su cuenta y costo. La compactación será del cien por ciento (100%) de su PVSM, y se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. La capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

II.6.2.1.3 Riego por impregnación y de liga

Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfaltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfaltico cuando la base se encuentre mojada.

El material que se utilizará en la aplicación de riegos de impregnación en todo el ancho de la ampliación, así como en los taludes del material que formen el pavimento será emulsión asfáltica catiónica (ECI-60), a razón de 1.5 Lt/M² (**Norma N-CTR-CAR.1.04.004/15**) y tendrá las siguientes características:

Cuadro 11. Características de la emulsión asfáltica

De la emulsión:	Mínimo	Máximo
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	65	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	25	---
Asentamiento en 5 días, %; máximo	---	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %, máx	---	0.10
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	---	0.25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	90	---
Disolvente en volumen; %, máximo	---	5
Índice de ruptura; %	80	140
Del residuo de la destilación:	Minimo	Máximo
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	50 ± 10 (500 ±100)	
Penetración a 25°C, en 100_g y 5 s; 10-1 mm	100	250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	---

Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos en las siguientes condiciones:

1. Sobre superficies con agua libre o encharcada
2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo
3. Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.

4. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius
5. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por encima de los diez (10) grado Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materiales extraños, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.

En caso de ser necesario retrasar el rompimiento de la emulsión, y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente será necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira, y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra lo necesario para cumplir lo que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre, y el agua o el solvente según sea el caso, se haya eliminado.

La dosificación del material y la proporción por metro cuadrado será propuesta por el laboratorio de la empresa.

La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración se haya producido. Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al contratista, tendrá que ser reparada por su cuenta y costo.

Cuando por causas de fuerza mayor, y previa autorización de la Secretaría, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurra la penetración requerida, o si a juicio de la Secretaría existe exceso de material asfáltico en la superficie y éste no amerita ser removido, el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y procedimiento que apruebe la Secretaría.

Sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la ampliación, un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica (ECR-65), a razón de 0.6 lt/m² (**Norma N-CTR-CAR.1.04.005/15**), con las siguientes características:

Cuadro 12. Control de calidad y especificación para el riego de liga

De la emulsión:	Mínimo	Máximo
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	65	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C; s, mínimo	40	---
Asentamiento en 5 días, %; máximo	---	5
Retenido en malla N° 20 en la prueba del tamiz; %,máx	---	0.10
Pasa malla N° 20 y se retiene en malla N° 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	---	0.25
Disolvente en volumen; %, máximo	---	3
Índice de ruptura; %	---	100
Del residuo de la destilación:		
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	50 ± 10 (500 ±100)	
Penetración a 25°C, en 100_g y 5 s; 10-1 mm	110	250
Solubilidad; %, mínimo	97.5	---
Ductilidad a 25°C; cm, mínimo	40	---

II.6.2.1.4 Carpeta de concreto asfáltico

El equipo que se utilizará en la ejecución de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se sujetará a lo señalado en la Cláusula E de la Norma N-CTR-CAR-1-04- 006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente. Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se considerará lo señalado en la Cláusula D de la Norma N-LEG-3 Ejecución de Obras.

El tamaño máximo del agregado será de ¾" a finos; y además deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro 13. Granulometría

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	ΣL > 106
50	2"	---
37.5	11/2"	---
25	1"	100
19	¾"	90-100
12.5	½"	72-90
9.5	3/8"	60-76
6.3	¼"	44-57
4.75	No. 4	37-48
2	No. 10	20-29
0.85	No. 20	12-19

Malla		Porcentaje que pasa
0.425	No. 40	8-14
0.25	No. 60	6-11
0.15	No. 100	4-8
0.075	No.200	2-5

Cuadro 14. Características de calidad del material pétreo

Característica	Valor
Densidad relativa, mínimo	2.4
Desgaste de Los Ángeles; %, máximo	30
Partículas alargadas y lajeadas; %, máximo	35
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo	25
Resistencia a la compresión simple	4.5 kg/cm2
Contenido de disolventes a cemento asfáltico	0.05 a 0.08

La base de mezcla asfáltica se diseñará mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa, cumpliendo con los requisitos de calidad y con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) que se indican en las siguientes Tablas.

Cuadro 15. Características de calidad para el método Marshall

Característica	Valor
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	75
Estabilidad; N (lbf), mínimo	8000 (1800)
Flujo; mm (10-2 in)	2-3.5 (8-14)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3-8
Vacíos ocupados por el asfalto (VFA); %	65-75

Cuadro 16. Vacíos en el agregado mineral

Tamaño nominal del material % pétreo utilizado en la mezcla		Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC) de diseño %		
		3	4	5
Abertura (mm)	**Designación**	**Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo**		
9.5	3/8”	14	15	16
12.5	½”	13	14	15
19	¾”	12	13	14
25	1”	11	12	13
37.5	11/2”	10	11	12

La carpeta asfáltica con mezcla en caliente será de cinco (5.0) centímetros de espesor, en el ancho de corona indicado en las secciones de construcción de proyecto, compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de su masa volumétrica máxima obtenida mediante el

procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa.

Los acarreos de la mezcla asfáltica se deberán efectuar en camiones de volteo hasta un máximo de 14 M3 o transportes FLOW-BOYS cubiertos. Asimismo, no se permitirá que se almacene mezcla asfáltica en plataforma ya que esta operación ocasiona la perdida de temperatura y se clasifiquen los materiales de la misma, lo cual afecta la calidad de la obra.

Observaciones generales:

- La construcción de obras de drenaje se llevará a cabo antes de iniciar la construcción de las terracerías; concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.
- Se deberá propiciar la reforestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión de los mismos.
- En todo el tramo y en donde lo indique el proyecto las cunetas deberán construirse de concreto hidráulico con una resistencia igual a f´c = 150 kg/cm2, con un espesor de 8 cm, aproximadamente.
- Debe evitarse que la boquilla de aguas debajo de las alcantarillas, descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido.
- Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, o bien formando una banqueta, la cual quedara debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras estas no sean las adecuadas, considerando que no se trabajará en las siguientes condiciones:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas
- Cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual será construida este por debajo de los quince (15) grados Celsius
- Cuando la temperatura ambiente este por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de granulometría densa pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta, la superficie sobre la que se colocará deberá estar debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamiento de material asfáltico, sin irregularidades y reparados los baches que hayan existido.

El material asfáltico que se utilizará en la construcción de la carpeta asfáltica será cemento asfáltico clasificado por viscosidad dinámica a 60°C con clasificación AC- 20 y deberá cumplir con las siguientes características:

Cuadro 17. Características de la carpeta asfáltica

Del cemento asfaltico original:	Mínimo	Máximo
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P)	200 ± 40 (2000 ± 400)	
Viscosidad cinemática a 135°C; mm²/s, mínimo (1 mm²/s = 1 centistoke)	300	---
Viscosidad Saybolt-Furol a 135 °C; s, mínimo	120	---
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s; 10-1 mm, mínimo	60	---
Punto de inflamación Cleveland; °C, mínimo	232	---
Solubilidad; %, mínimo	99	---
Punto de reblandecimiento; °C	48	56
Del residuo de la prueba de la película delgada:	Mínimo	Máximo
Pérdida por calentamiento; %, máximo	---	0.5
Viscosidad dinámica a 60°C; Pa·s (P), máximo	800 (8000)	---
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min; cm, mínimo	50	---
Penetración retenida a 25°C; % mínimo	54	

El cemento asfáltico se transportará desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, utilizando pipas, carros-tanque de ferrocarril o buques-tanque, que cuenten con los equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera.

Los tanques serán herméticos, y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Antes de cargar el material asfáltico, los tanques han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el material asfáltico, las tapas y llaves del tanque se sellarán en forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del material en el almacenamiento.

Los materiales asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que contengan, que estén protegidos contra incendios, fugas y pérdida excesiva de disolventes o emulsivos y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

Antes de utilizar los depósitos, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo

diferente al que se va a almacenar. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto. Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible, su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito, se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.

Si en la ejecución del trabajo a juicio de la Secretaría, la calidad de la mezcla difiere de la de proyecto, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista y no darán lugar a reprogramación.

Durante el proceso de producción, no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material

El tendido se realizará con extendedora, y la descarga se hará directamente en su tolva; sobre la superficie donde se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, el Contratista ejecutará previamente un tramo de prueba, con una longitud de cuatrocientos (400) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que se utilizarán considerando que una vez compacta la carpeta del tramo de prueba, se verificará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H de la Norma N-CTR-CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente. En caso negativo, el Contratista construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que cumpla con lo indicado en dicha Cláusula

Si el tramo de prueba construido cumple con lo indicado en el párrafo anterior, podrá considerarse como parte de la obra y será objeto de medición y pago, de lo contrario no se medirá ni pagará y la Secretaría a su juicio, determinará si es necesario o no que el Contratista retire el tramo de prueba por su cuenta y costo.

Para el tendido de la mezcla, la compactación y el acabado el contratista observará y se sujetará a lo establecido en las Cláusulas G.7, G.8 y G.9 de la Norma N-CTR- CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente.

II.6.2.2 Bancos de material

Los bancos de materiales ubicados para la construcción de esta obra son:

II.6.2.2.1 Terracerías y capa subrasante

Banco no. 1. KM 42+480 tramo: Igualapa-Chilixtlahuaca-Acalmani

Este material está clasificado como Arenas con limos de baja plasticidad, el cual necesita tratamiento de disgregado y compactado, es producto de cortes del camino Igualapa Chilixtlahuaca-Acalmani y está ubicado en el lado derecho del kilómetro 42+480.

Sin embargo, para que cumpla como capa subrasante se deberá realizar un recargue de 15% de gravas canto rodado, del banco “llanos de las flores” ubicado en el km 51+940.

II.6.2.2.2 Carpeta, base y subbase hidráulica

Banco No. 1 Llano de las flores, en el poblado de Llano de las Flores

La ubicación de este banco es en el kilómetro 51+940 D/DER 50 M de la carretera Igualapa-Chilixtlahuaca-Acalmani, y la clasificación corresponde a Grava arena de rio que requiere tratamiento de Triturado parcial y cribado

II.6.3 Señalamiento horizontal

Los materiales que se utilicen en la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-5-01-001 Pinturas para Señalamiento Horizontal, así como en la demás Normas aplicables del Libro CMT, Características de los Materiales.

El equipo que se utilice se sujetará a lo establecido en la Cláusula E de la Norma N-CTR-CAR-1-07-001 Marcas en el Pavimento.

Para la aplicación o colocación de las marcas en el pavimento, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.

Los trabajos serán suspendidos en el momento que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán, mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán o colocarán marcas en el pavimento sobre superficies húmedas, cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

Antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se aplicarán o colocarán las marcas estará seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizará agua a presión o una barredora.

Previo a su aplicación, se indicará su ubicación mediante un premarcado sobre el pavimento en los lugares señalados en el proyecto, marcando puntos de referencia, con la ayuda de equipo topográfico y un hilo guía.

Raya amarilla central continua separadora de carriles de circulación: Será de color amarilla retro reflejante, continua y de diez (10) cm de espesor.

Raya blanca continua en la orilla de la calzada lado derecho e izquierdo. Será de color blanca retro reflejante, discontinua y de diez (10) cm de espesor.

Vialetas: Una vez terminados los trabajos de señalamiento horizontal se colocarán vialetas, éstas serán del color blanco para las rayas blanca en la orilla del camino; y amarillas para las rayas amarilla central continua separadora de carriles; serán de alta intensidad de dos caras colocándolas de la manera indicada en el proyecto de señalamiento; con pegamento

epóxico de dos componentes “A” y “B”, que se mezclarán en relación 1:1 debiendo ser revuelta hasta obtener un color gris uniforme y sin estrías.

El tiempo de vida útil de la mezcla debe ser de 35 min. para 150 gr. Las violetas estarán bien alineadas y adheridas a la carpeta existente; de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, cuidando que el reflejante se orienten en la dirección de circulación de los vehículos; la fijación al pavimento deberá hacerse cuando la temperatura ambiente sea la recomendada por el fabricante y protegiendo las vialetas colocadas de la acción de los vehículos en circulación de manera adecuada, hasta que haya transcurrido dos horas que es el tiempo en que el adhesivo habrá endurecido.

A continuación, se presentan las medidas y cantidades del señalamiento horizontal:

Tableros de las Señales	Medida en cm
Preventivas y restrictivas	71x71 cm
Informativas de destino	40x239 cm
Informativas de identificación con ruta	30x120 cm
Informativas de identificación sin ruta	30x76 cm

II.6.4 Señales verticales bajas

Las señales y demás materiales que se utilicen en su instalación cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-5-02-002 Lámina y Estructura para Señalamiento Vertical, y N-CMT-5-03-001, Calidad de Películas Retrorreflejantes, así como a las demás Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales.

Las señales deberán ser fabricadas con película Tipo B conocida normalmente como grado diamante, con microprismas de policarbonato embebidos en una resina plástica transparente, sin elemento reflector metálico, con una superficie exterior plana y lisa, y deberán ser tratadas químicamente contra la oxidación.
Todas las láminas deberán ser pintadas con primario anticorrosivo color gris mate en la parte posterior, a la parte frontal se le dará el acabado correspondiente según el tipo de señal y conforme al manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras vigentes editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el espesor de la película del primario será de dos a tres milésimas de pulgada. En la cara frontal de la señal se aplicará una película adherible scotchlite, del color según el tipo de la señal y en esta superficie se pintará el símbolo.

El pegado de la película reflejante deberá ser por medios mecánicos (no manual) y no deberán presentar burbujas de aire, ya que esto reduce la vida útil de la señal.
La pintura de acabados deberá ser a base de epóxico catalizador con aplicación

electrostática (pintura de horneo) y junto con el papel reflejante deberá cumplir plenamente con las especificaciones técnicas detalladas en los manuales de la SCT
Las láminas se deberán fijar en un poste de perfil cuadrado PTR de 2" X 2" X 3.50 m de longitud, calibre 14, galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo con las Normas ASTM A-123. La excavación para el ahogado de los postes será de 20 X 20 X 50 cm de profundidad. El concreto se elaborará en el lugar con una resistencia de 100 kg/cm2.
Para la instalación de las señales verticales bajas se considerará lo señalado en la Cláusula D de la Norma N-LEG-3, Ejecución de Obras.
La estructura de las señales bajas se instalará de tal manera que los postes de apoyo queden verticales, y los tableros de las señales se instalarán en las estructuras de soporte de tal manera que queden perpendiculares a la dirección del tránsito. La estructura de las señales puede instalarse con el tablero de la señal fijo, siempre y cuando no se maltrate dicho tablero durante las maniobras de instalación. Los postes de soporte de las señales quedarán ahogados en la excavación y con concreto hidráulico.

II.6.5 Construcción de obras complementarias

II.6.5.1 Obras de drenaje

Para el resto de los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico se contempla el uso de obras de drenaje menor con la intención de garantizar escorrentía original del terreno. Esto se logrará mediante la implementación de un sistema de drenaje pluvial cuidadosamente diseñado que se integrará a lo largo de todo el tramo del proyecto, por lo que el proyecto ejecutivo considera la construcción de 58 obras de drenaje. En el siguiente cuadro se enlistan algunas características de dichas obras así como sus ubicaciones:

Cuadro 18. Obras de drenaje que comprende el proyecto

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	1	30+092	Losa	4x4 m	580866.913	1920679.18
Troncal	2	30+572	Tubo	1.2 m	580690.486	1920675.79
Troncal	3	30+668	Losa	5.5x1.2	580737.856	1920595.39
Troncal	4	31+357	Losa	3x3 m	580730.827	1920873.44
Troncal	5	31+501	Tubo	1.2 m	580631.86	1920956.1
Troncal	6	31+771	Tubo	1.2 m	580434.365	1921065.34
Troncal	7	32+620	Tubo	1.2 m	580195.569	1921551.42
Troncal	8	32+697	Tubo	1.2 m	580155.187	1921617.48
Troncal	9	32+807	Tubo	1.2 m	580088.299	1921704.21
Troncal	10	33+306	Tubo	1.2 m	580057.003	1921866.52
Troncal	11	33+654	Tubo	1.2 m	579807.93	1922087.93

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	12	34+496	Tubo	1.2 m	579822.566	1922316.38
Troncal	13	34+799	Tubo	1.2 m	579678.927	1922390.18
Troncal	14	35+821	Tubo	1.2 m	579928.05	1922699.22
Troncal	15	35+967	Tubo	1.2 m	580059.315	1922732.09
Troncal	16	36+132	Tubo	1.2 m	580001.381	1922863.02
Troncal	17	36+379	Tubo	1.2 m	579888.05	1922829.28
Troncal	18	36+535	Tubo	1.2 m	579812.72	1922837.37
Troncal	19	36+960	Tubo	1.2 m	579782.462	1923247.73
Troncal	20	37+281	Tubo	1.2 m	579744.717	1923472.81
Troncal	21	37+718	Tubo	1.2 m	579500.583	1923619.82
Troncal	22	38+184	Tubo	1.2 m	579223.016	1923567.62
Troncal	23	38+321	Tubo	1.2 m	579090.646	1923595.09
Troncal	24	38+523	Tubo	1.2 m	578971.555	1923687.24
Troncal	25	38+653	Tubo	1.2 m	578968.294	1923803.77
Troncal	26	38+986	Tubo	1.2 m	578732.177	1923966.6
Troncal	27	39+059	Tubo	1.2 m	578699.539	1924032.63
Troncal	28	39+288	Tubo	1.2 m	578551.619	1924180.9
Troncal	29	39+339	Tubo	1.2 m	578526.334	1924224.18
Troncal	30	39+667	Tubo	1.2 m	578323.177	1924366.83
Troncal	31	40+022	Tubo	1.2 m	578117.352	1924581.9
Troncal	32	40+214	Tubo	1.2 m	577983.746	1924715.55
Troncal	33	40+368	Tubo	1.2 m	577873.4	1924821.22
Troncal	34	40+473	Tubo	1.2 m	577665.555	1925023.28
Troncal	35	40+473	Losa	5x5	577824.534	1924901.15
Troncal	36	40+979	Tubo	1.2 m	577647.785	1925266.86
Troncal	37	41+562	Tubo	1.2	577614.466	1925424.05
Troncal	38	41+765	Losa	5x3	577434.633	1925323.78
Troncal	39	42+260	Tubo	1.2 m	577290.643	1925149.59
Troncal	40	42+360	Tubo	1.2 m	577240.966	1925069.58
Troncal	41	42+590	Tubo	1.2 m	577193.715	1925090.71
Troncal	42	42+737	Tubo	1.2 m	577180.949	1925322.23
Troncal	43	42+819	Tubo	1.2 m	577171.874	1925403.45
Ramal	1	100+063	Tubo	1.2 m	578912.931	1923762.2
Ramal	2	100+335	Tubo	1.2 m	578660.797	1923858.91

Tramo	Numero	Estacion	Tipo	Dimensiones	X	Y
Ramal	3	100+563	Tubo	1.2 m	578462.082	1923803.07
Ramal	4	100+693	Tubo	1.2 m	578425.419	1923912.94
Ramal	5	100+986	Tubo	1.2 m	578222.507	1924065.88
Ramal	6	101+206	Tubo	1.2 m	578030.288	1924137.32
Ramal	7	101+513	Tubo	1.2 m	577845.3	1924173.64
Ramal	8	101+783	Tubo	1.2 m	577634.832	1924019.75
Ramal	9	101+862	Tubo	1.2 m	577564.254	1924003.2
Ramal	10	102+101	Tubo	1.2 m	577662.424	1924204.97
Ramal	11	102+343	Tubo	1.2 m	577760.99	1924392.34
Ramal	12	102+529	Tubo	1.2 m	577685	1924508.14
Ramal	13	102+810	Tubo	1.2 m	577451.218	1924628.33
Ramal	14	103+277	Tubo	1.2 m	577286.487	1924966.29
Ramal	15	103+401	Tubo	1.2 m	577172.521	1925001.32

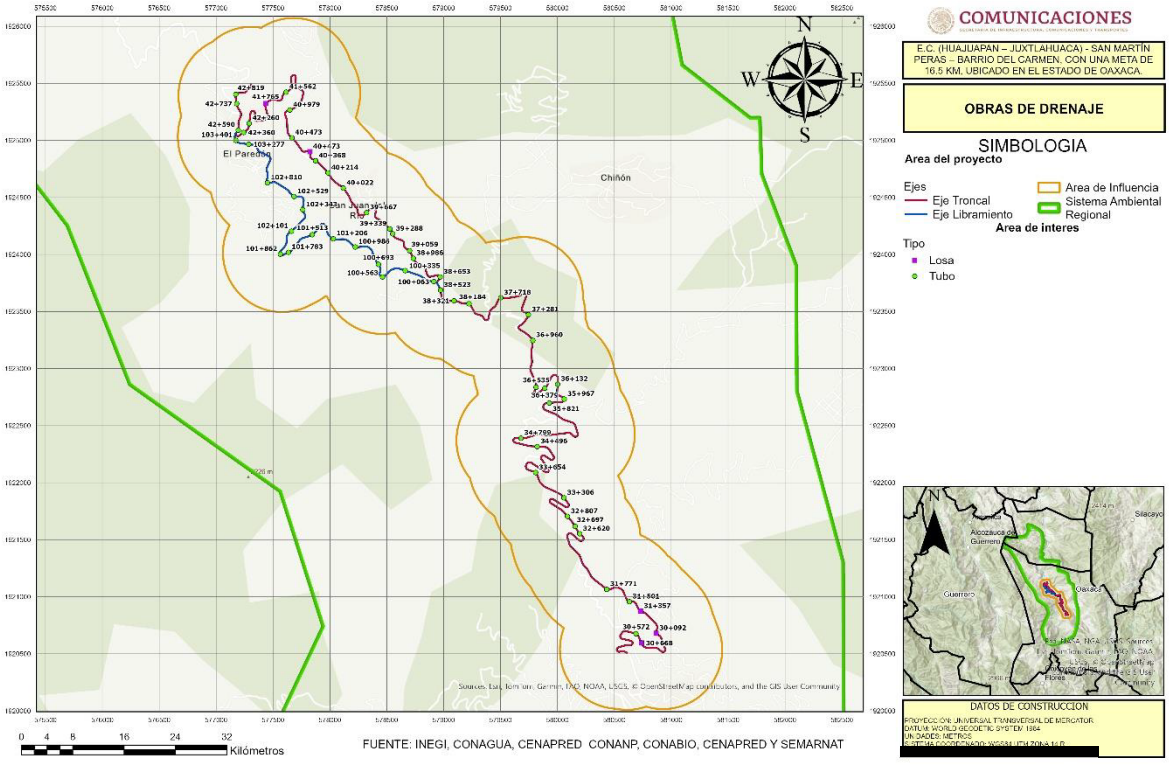


Figura 4. Localización de las obras de drenaje

II.6.5.1.1 Proceso constructivo de obras de drenaje

Excavaciones: Para el desplante de las obras de drenaje se realizarán las excavaciones correspondientes, de acuerdo con lo marcado en el proyecto de cada obra.

Plantilla: Previo a la construcción de los muros de cabeza y/o apoyo de las obras de drenaje se construirá una plantilla de mortero cemento – arena con un espesor mínimo de cinco centímetros y una resistencia mínima de 60 Kg/cm2.

Rellenos: Para el arropamiento o relleno de las obras de drenaje se utilizará material con calidad de revestimiento compactado al 95% de su P. V. S. M. en capas no mayores de veinte centímetros.

Mampostería de tercera clase: En los lugares indicados por el proyecto se construirán los muros de cabeza y de apoyo de las obras de drenaje con mampostería de tercera clase junteada con mortero de cemento – arena con una resistencia mínima de 60 kg/cm^2. De la misma manera se construirán los muros de encauzamiento y sostenimiento, tanto para la protección del cuerpo del camino como para las obras de drenaje que por sus especiales características así lo requieran.

Zampeado de mampostería: En los lugares marcados por los proyectos y para la protección de los canales de entrada y de salida de las obras de drenaje y de alivio se construirán zampeados de mampostería de tercera clase junteada con mortero de cemento – arena con una resistencia mínima de 60 kg/cm^2

Concreto hidráulico: En las obras de drenaje, de alivio y complementarias se utilizará concreto hidráulico simple tipo I con una resistencia mínima F'c de 250 kg/cm^2.

En caso de ser necesarias y con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de terracerías y pavimento, se deberán construir obras complementarias como recubrimiento o zampeado de cunetas, bordillos y lavaderos estrictamente donde el camino lo requiera, respetando totalmente la integridad de la vegetación existente.

II.6.5.2 Cunetas

Una cuneta es una zanja o canal que se abre a los lados del camino y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños o inundaciones. También puede servir como defensa de pequeños derrumbes cuando las vías transitan por trincheras. Para el proyecto se consideran un total de 3,340 m de cunetas, siendo 1,120 m del lado izquierdo y 2,220 m del lado derecho.

Cuadro 19. Localización de las cunetas del presente proyecto

CUNETA DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
30+000.00	30+080.00	80.00	30+000.00	30+640.00	640.00
30+206.00	30+400.00	194.00	30+738.00	30+760.00	22.00
30+900.00	31+064.00	164.00	30+840.00	30+900.00	60.00
31+120.00	31+340.00	220.00	31+120.00	31+140.00	20.00
31+380.00	32+363.00	983.00	31+380.00	31+460.00	80.00
32+427.00	32+440.00	13.00	31+529.00	31+620.00	91.00
32+520.00	33+020.00	500.00	31+800.00	31+840.00	40.00
33+160.00	33+720.00	560.00	31+940.00	32+040.00	100.00
33+840.00	33+900.00	60.00	32+101.00	32+305.00	204.00
33+960.00	34+160.00	200.00	32+380.00	32+585.00	205.00
34+220.00	34+753.00	533.00	32+649.00	32+680.00	31.00
34+840.00	34+980.00	140.00	32+736.00	32+760.00	24.00
35+060.00	35+240.00	180.00	32+820.00	32+860.00	40.00
35+540.00	35+552.00	12.00	32+980.00	33+220.00	240.00
35+640.00	35+680.00	40.00	33+380.00	33+723.00	343.00
35+840.00	35+860.00	20.00	33+760.00	34+000.00	240.00
36+160.00	36+181.00	21.00	34+080.00	34+260.00	180.00
36+300.00	36+340.00	40.00	34+680.00	34+760.00	80.00
36+600.00	36+640.00	40.00	34+820.00	35+000.00	180.00
36+689.00	36+720.00	31.00	35+048.00	36+080.00	1032.00
37+111.00	37+120.00	9.00	36+160.00	36+181.00	21.00
37+177.00	37+220.00	43.00	36+220.00	36+900.00	680.00
37+300.00	37+420.00	120.00	36+960.00	37+262.00	302.00
37+676.00	37+700.00	24.00	37+298.00	37+700.00	402.00
37+780.00	37+821.00	41.00	37+740.00	37+900.00	160.00
38+140.00	38+165.00	25.00	37+938.00	37+982.00	44.00
38+700.00	38+748.00	48.00	38+020.00	38+240.00	220.00
38+860.00	38+960.00	100.00	38+320.00	38+349.00	29.00
39+880.00	39+912.00	32.00	38+395.00	38+480.00	85.00

40+434.00	40+440.00	6.00	38+580.00	38+640.00	60.00
40+496.00	40+520.00	24.00	38+680.00	38+960.00	280.00
40+600.00	40+640.00	40.00	39+000.00	39+271.00	271.00
41+093.00	41+125.00	32.00	39+360.00	39+400.00	40.00
41+380.00	41+420.00	40.00	39+462.00	39+522.00	60.00
41+840.00	41+885.00	45.00	39+610.00	39+720.00	110.00
42+020.00	42+120.00	100.00	39+860.00	40+000.00	140.00
42+440.00	42+724.00	284.00	40+120.00	40+200.00	80.00
42+760.00	42+804.00	44.00	40+300.00	40+860.00	560.00
42+840.00	42+940.00	100.00	40+914.00	40+947.00	33.00
Total		5188.00	41+000.00	41+020.00	20.00
			41+080.00	41+180.00	100.00
			41+380.00	41+700.00	320.00
			41+840.00	42+060.00	220.00
			42+160.00	42+240.00	80.00
			42+300.00	42+500.00	200.00
			42+760.00	42+800.00	40.00
			Total		8409.00

RAMAL					
LADO IZQUIERDO			**LADO DERECHO**		
100+240.00	100+541.00	301.00	100+080.00	100+160.00	80.00
100+600.00	102+400.00	1800.00	100+600.00	100+671.00	71.00
102+460.00	103+473.00	1013.00	100+880.00	100+920.00	40.00
Total		3114.00	101+000.00	101+040.00	40.00
			101+120.00	101+180.00	60.00
			101+220.00	101+260.00	40.00
			101+400.00	101+420.00	20.00
			102+730.00	102+764.00	34.00
			102+880.00	102+921.00	41.00
			103+020.00	103+080.00	60.00
			103+234.00	103+260.00	26.00
			103+300.00	103+380.00	80.00
			103+440.00	103+473.00	33.00
			Total		625.00

II.6.5.2.1 Proceso constructivo para las cunetas

Deberán construirse cunetas en las secciones en cajón y balcón. La cuneta se construirá con un ancho de 1.00 m y profundidad de 0.33 m. Por ser un suelo erosionable y por tener pendientes del 12% será necesaria que las cunetas sean revestidas de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm2 con un espesor de 8 cm.

II.6.5.3 Bordillos

De igual forma que las cunetas con el objeto de proteger el camino contra el efecto nocivo del agua y considerando las condiciones pluviométricas y el tipo de suelo de la región, se estima conveniente construir bordillos, Para el proyecto se consideran un total de 18,238 m de bordillos, siendo 17,336 m en el troncal y 899 m del lado derecho.

BORDILLO DE CONCRETO HIDRAULICO					
TRONCAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
DEL Km	AL Km	LONG.	DEL Km	AL Km	LONG.
33+080.00	33+120.00	40.00	31+740.00	31+780.00	40.00
34+780.00	34+821.00	41.00	34+440.00	34+547.00	107.00
35+000.00	35+048.00	48.00	42+804.00	42+842.00	38.00
35+340.00	35+500.00	160.00	Total		185.00
35+560.00	35+626.00	66.00			
35+880.00	36+000.00	120.00			
36+080.00	36+140.00	60.00			
36+200.00	36+280.00	80.00			
36+400.00	36+440.00	40.00			
36+520.00	36+580.00	60.00			
37+880.00	37+920.00	40.00			
38+260.00	38+380.00	120.00			
38+500.00	38+560.00	60.00			
38+638.00	38+685.00	47.00			
39+149.00	39+220.00	71.00			
40+000.00	40+100.00	100.00			
40+260.00	40+380.00	120.00			
40+820.00	40+900.00	80.00			

40+960.00	41+080.00	120.00
41+560.00	41+620.00	60.00
41+680.00	41+820.00	140.00
Total		1673.00

RAMAL					
LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO		
100+057.00	100+100.00	43.00	100+220.00	100+360.00	140.00
100+160.00	100+220.00	60.00	100+500.00	100+580.00	80.00
Total		103.00	101+440.00	101+580.00	140.00
			101+891.00	101+940.00	49.00
			102+000.00	102+120.00	120.00
			102+340.00	102+400.00	60.00
			102+500.00	102+580.00	80.00
			102+640.00	102+700.00	60.00
			102+793.00	102+860.00	67.00
			Total		796.00

II.6.5.3.1 Proceso constructivo de los bordillos

Para la construcción de bordillos se colocarán varillas del #3 de 22 cm de largo, quedando 10 cm debajo del terreo, y se moldearán de manera que la base sea de 16 cm, y la parte superior de 8 cm.

II.6.5.4 Lavaderos

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos y cunetas, a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Se considera la construcción de 298 lavaderos a lo largo del camino.

Cuadro 20. Localización de los lavaderos

LAVADEROS DEL TRAMO			
TRONCAL			
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
KM	LONG. (m)	KM	LONG. (m)
33+120.00	11.00	31+780.00	14.00
34+821.00	3.00	34+490.00	5.00

35+020.00	10.00	34+540.00	4.50
35+390.00	3.00	42+842.00	7.00
35+440.00	3.00		
35+490.00	3.00		
35+560.00	3.00		
35+880.00	5.60		
35+930.00	3.00		
36+140.00	3.00		
36+280.00	6.50		
36+440.00	25.00		
36+520.00	10.00		
37+920.00	16.00		
38+310.00	18.00		
38+360.00	16.50		
38+500.00	3.00		
38+638.00	2.50		
39+199.00	13.00		
39+220.00	15.00		
40+050.00	19.00		
40+100.00	18.00		
40+310.00	3.75		
40+360.00	4.00		
40+820.00	3.50		
41+010.00	2.00		
41+060.00	22.00		
41+560.00	13.20		
41+730.00	16.00		
41+780.00	8.00		

RAMAL			
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
100+057.00	3.00	100+220.00	20.00
100+220.00	12.00	100+500.00	2.00
		100+550.00	5.00
		101+490.00	5.00

101+540.00	13.00
101+580.00	15.00
101+940.00	6.00
102+050.00	11.00
102+100.00	5.00
102+400.00	13.00
102+530.00	8.00
102+580.00	13.00
102+700.00	7.00
102+860.00	6.50

II.6.5.4.1 Proceso constructivo de los lavaderos

En los terraplenes con altura mayor de 0.50 m, se construirán lavaderos sobre el talud del terraplén con concreto y en la superior con una guarnición ambos de concreto f'c = 150 kg/cm2 con una sección de base de 50 cm. y altura de 15 cm. Y se ubicaran de acuerdo al proyecto geométrico.

II.6.6 Limpieza y retiro de obras provisionales

Antes del cierre de los trabajos se realizará una limpieza general de todos aquellos espacios que hayan servido para la ejecución de las tareas de manera que el desmantelamiento de las obras complementarias al Proyecto también se realiza bajo protocolos que permitan la restauración en la medida de los posible de los espacios utilizados. Se realiza el desmantelamiento de las bodegas y de los patios de maquinaria incluyendo las áreas de talleres de reparación y mantenimiento, se demuelen las planchas de concreto y los cárcamos para la recolección de hidrocarburos producto de los mantenimientos del equipo y se reutiliza una parte del suelo producto del despalme para la recuperación de la vegetación removida en estos sitios

II.7 Operación y mantenimiento

II.7.1 Bacheo

Se deberá realizar una revisión periódica sobre la carpeta asfáltica sobre todo al término del periodo de lluvias, ya que se pueden presentar agrietamientos en la estructura del pavimento el cual requerirá de bacheo.

II.7.1.1 Señalamientos horizontales y verticales

De igual manera se deberán realizar revisiones en la estructura de los señalamientos para renovarlos en caso de pérdida y/o maltrato, se deberá revisar las líneas de división de cada carril y en su caso repintar dichas líneas.

II.7.1.2 Drenaje

Debido a las características del puente, es posible que en las estructuras de soporte lleguen a acumularse restos de ramas o de basura provenientes de poblaciones aguas arriba, por lo que deberá mantenerse una vigilancia permanente de esta situación, con la finalidad de retirar cualquiera de estos materiales de manera inmediata.

II.7.1.2.1 Actividades de Mantenimiento del Proyecto

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

Mantenimiento Preventivo. Este mantenimiento consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda, etc.

Mantenimiento Mayor. Este mantenimiento consiste en trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento de los accesos al puente.

Además, se tiene contemplado lo siguiente:

Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pinturas, etc. Este mantenimiento se efectuará según el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

Los equipos por utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes:

- Camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador.

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otra para abastecer casetas u otras zonas que requieran del uso de agua, para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportaran en camión de volteo o en las camionetas para tal fin junto su equipo; así mismo, para el transporte de las cuadrillas de trabajo. En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pinturas de rodamiento.

II.8 Etapa de abandono del sitio

Dada la naturaleza del Proyecto, se que se trata de la modernización de un camino de terracería en operación a un camino Tipo D no se contemplan actividades de abandono en estricto sentido de “desmantelar” la obra.

II.9 Residuos

II.9.1 Residuos Sólidos

En este rubro se considera la generación de los siguientes residuos:

- Residuos domésticos en los que se incluyen todos aquellos generados por las actividades de preparación del sitio y construcción, consumo de alimentos y otros insumos.
- Residuos orgánicos en los que se incluyen los residuos vegetales producto del desmonte y despalme.
- Residuos de manejo especial en los que se incluyen aquellos derivados de los materiales producto de cortes (arena, roca) o para las obras que hayan sido hechos en la etapa de construcción y que no hayan sido utilizados en alguna obra.

Para el manejo de los residuos mencionados se colocarán tambos de plástico de 200 litros de capacidad rotulados por el tipo de residuo que deberá depositarse en estos y estarán recubiertos en su interior con bolsas de polipropileno para facilitar el manejo de residuos.

Los residuos domésticos serán dispuestos en el basurero municipal, mientras que los residuos orgánicos podrán utilizarse como material para restituirlo en áreas aledañas que puedan aprovechar este tipo de residuos para mejorar la calidad del suelo, los residuos de manejo especial serán almacenados temporalmente y deberán ser manejados de manera adecuada según su naturaleza a los sitios donde indique la autoridad municipal o de ser el caso serán manejados por empresas autorizadas en materia de transporte y disposición final de residuos de manejo especial.

II.9.2 Residuos Peligrosos

Para este caso se considera residuos peligrosos a los lubricantes, aceites, grasas producto del mantenimiento de la maquinaria empleada en la construcción, así como los trapos, estopa, cartones y todo aquel material que entre en contacto o se impregne de estos productos durante el proceso constructivo u operacional del proyecto. colocándolos en contenedores metálicos de 200 lt., previamente identificados como residuos. Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada por SEMARNAT realice el transporte y disposición final.

II.9.3 Residuos Líquidos

No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo semisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

La obra en operación contemplará pendientes adecuadas, así como las obras complementarias de drenaje como alcantarillas, bordillos, lavaderos y cunetas convencionales para este tipo de proyectos. Para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes y cuyo flujo no dañe al terraplén del camino; para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación.

En cuanto a los residuos industriales líquidos se prevé que para proteger el suelo por derrames accidentales de combustibles y aceites en los talleres serán construidas planchas de concreto con cárcamos o depósitos para recoger los derrames y disponerlos adecuadamente. En las reparaciones y mantenimiento de maquinaria se van a recoger los aceites usados en charolas que serán vaciadas en tambos de 200 litros los que a su vez serán almacenados temporalmente hasta que se acumule una cantidad suficiente para que una compañía autorizada y contratada para la recolección retire y dé tratamiento y disposición de estos residuos peligrosos. Este procedimiento se aplicará también para el caso del uso de las petrolizadoras cuando éstas requieran ser abastecidas. Cabe mencionar que las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre planchas de concreto para evitar que el asfalto se derrame y eventualmente contamine al suelo.

II.9.4 Emisiones a la Atmosfera

Durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento

de tierras. De igual forma, los vehículos que transporten materiales de construcción se cubrirán con lona y serán vaciados totalmente a la entrega, con la finalidad de evitar polvos fugitivos.

Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna la cual se estima será mínima. Para tal fin, toda la maquinaria pesada utilizada en cada una de las etapas de la obra deberá contar con equipo anticontaminante, además de una adecuada afinación, con la finalidad de disminuir al máximo las emisiones de gases que puedan perturbar a la flora y fauna, las poblaciones aledañas y a los mismos trabajadores. De igual forma las plantas procesadoras de asfalto o maquinaria que emita residuos o partículas suspendidas deberán contar con dispositivos que los atenúen o eliminen.

Durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Regional, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente. Los principales componentes de generación de emisiones son los que se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera

Contaminante	Kg/h
Hidrocarburos	244.86
CO	508.53
NOx	522.66
PM10	24.64

El tránsito vehicular en el tramo implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diesel).
- Calidad del combustible (Premium, magna o diesel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro.

Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes al igual que la emisión, dependerá de varios factores como velocidad del viento, temperatura atmosférica, humedad relativa, forma y tamaño del espacio al cual son emitidos, concentración inicial del contaminante.

Sin embargo, si se consideran niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 22 y 25 de febrero de 1996 en las NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas. Se considera, que este es un umbral techo, dado que, como toda carretera, existe una alta estacionalidad lo mismo en el día que durante el año, por lo mismo, las estimaciones reflejan el momento de máximo impacto al ambiente (época de vacaciones, generalmente Semana Santa y Navidad).

La modernización del tramo presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones.

De acuerdo con lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican velocidades mínimas promedio del viento de 5 m/s, lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema del impacto sobre el aire se considera no sea importante.

En conclusión, se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para soportar el impacto.

Como principales modificaciones al ambiente se tendrá el retiro de vegetación, el retiro de suelo, cambios en la condición de naturalidad del entorno, ahuyentamiento de fauna, y afectación al paisaje. Tanto los impactos como las medidas de mitigación son explicados a detalle en los capítulos V y VI de este estudio.

III. Vinculación con los instrumentos jurídicos aplicables

III.1 Marco jurídico aplicable a nivel internacional

III.1.1 Declaración universal de los derechos humanos

La Declaración Universal de Derechos Humanos se proclama como un ideal común por el que todos los pueblos y naciones deben esforzarse, a fin de que tanto los individuos como las instituciones, promuevan, mediante la enseñanza y la educación, el respeto a estos derechos y libertades. Asegurando su reconocimiento y aplicación universal y efectiva, entre los pueblos de los estados miembros. Aunado a lo anterior se destacan los siguientes artículos:

Artículo 1

> *Todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados como están de razón y conciencia, deben comportarse fraternalmente los unos con los otros.*

Artículo 2

> *1. Toda persona tiene todos los derechos y libertades proclamados en esta Declaración, sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de cualquier otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición.*
>
> *2. Además, no se hará distinción alguna fundada en la condición política, jurídica o internacional del país o territorio de cuya jurisdicción dependa una persona, tanto si se trata de un país independiente, como de un territorio bajo administración fiduciaria, no autónomo o sometido a cualquier otra limitación de soberanía.*

De acuerdo con esto, se establece que todas las personas tienen los mismos derechos, sin distinción de origen, lugar de nacimiento o idioma.

III.1.2 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales

Aprobado por el senado el 11 de julio de 1990, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 24 de enero de 1991 (promulgación). Vinculante para México a partir del 5 de septiembre de 1991, la OIT ha prestado especial atención a la situación de los pueblos indígenas y tribales.

El Convenio núm. 169 tiene dos postulados básicos: el derecho de los pueblos indígenas a mantener y fortalecer sus culturas, formas de vida e instituciones propias, y su derecho a

participar de manera efectiva en las decisiones que les afectan. Estas premisas constituyen la base sobre la cual deben interpretarse las disposiciones del Convenio.

Así mismo, garantiza el derecho de los pueblos indígenas y tribales a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural.

En ese sentido, los Proyectos deben respetar el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo conforme a los siguientes artículos:

Artículo 2 establece que:

> *Párrafo 1. Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.*

Artículo 6 establece que:

> *Párrafo 1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán:*
>
> *a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente;*
>
> *b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan;*
>
> *c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin.*
>
> *Párrafo 2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.*

Artículo 7 establece que:

> *Párrafo 1. Los pueblos decidirán sus propias prioridades en la medida en que se afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan. Además, deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional, para el mejoramiento de las condiciones de vida, trabajo, salud y educación.*
>
> *Párrafo 3. Los gobiernos deberán velar porque se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos.*
>
> *Párrafo 4. Y tomar medidas, en cooperación con ellos, para proteger y preservar el medio ambiente de sus territorios.*

Artículo 15 define:

> *Párrafo 1. Los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente. Estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos.*
>
> *Párrafo 2. En caso de que pertenezca al Estado la propiedad de los minerales o de los recursos del subsuelo, o tenga derechos sobre otros recursos existentes en las tierras, los gobiernos deberán establecer o mantener procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados, y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras. Los pueblos interesados deberán participar siempre que sea posible en los beneficios que reporten tales actividades, y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades.*

Artículo 17 establece que:

> *Párrafo 2. Deberá consultarse a los pueblos interesados siempre que se considere su capacidad de enajenar sus tierras o de transmitir de otra forma sus derechos sobre estas tierras fuera de su comunidad.*

Artículo 22 establece que:

> *Párrafo 3. Estos programas especiales de formación deberán basarse en el entorno económico, las condiciones sociales y culturales y las necesidades concretas de los pueblos interesados. Todo estudio a este respecto deberá realizarse en cooperación con esos pueblos, los cuales deberán ser consultados sobre la organización y el funcionamiento de tales programas. Cuando sea posible, esos pueblos deberán*

asumir progresivamente la responsabilidad de la organización y el funcionamiento de tales programas especiales de formación, si así lo deciden.

El Convenio 169 exige que se permita la libre participación de los pueblos indígenas en todos los niveles de la formulación, implementación y evaluación de las medidas y programas que los afecten directamente. Además, establece claramente la obligación de garantizar que se efectúen las consultas adecuadas, por lo que los proyectos que se propongan en sus tierras deben someterse a consulta.

III.1.3 Declaración de las Naciones Unidas Sobre Los Derechos De Los Pueblos Indígenas

Representa una herramienta importante para la defensa de los derechos humanos de los pueblos indígenas, ya que su firma obliga a los Estados signatarios a considerar estos principios en la elaboración y aplicación de leyes orientadas a las necesidades de los pueblos indígenas. Así mismo, se refiere a los mecanismos de consulta y participación; y establece que el propósito de las consultas es alcanzar un consentimiento libre, previo e informado.

Artículo 3 establece que

"Los pueblos indígenas tienen derecho a la libre determinación. En virtud de ese derecho determinan libremente su condición política y persiguen libremente su desarrollo económico, social y cultural."

Artículo 9 establece que:

"Los Estados reconocerán plenamente la personalidad jurídica de los pueblos indígenas, respetando las formas de organización indígenas y promoviendo el ejercicio pleno de los derechos reconocidos en esta Declaración."

Artículo 10 define:

Los pueblos indígenas no serán desplazados por la fuerza de sus tierras o territorios. No se procederá a ningún traslado sin el consentimiento libre, previo e informado de los pueblos indígenas interesados, ni sin un acuerdo previo sobre una indemnización justa y equitativa y, siempre que sea posible, la opción del regreso.

Artículo 11

Inciso 2. Los Estados proporcionarán reparación por medio de mecanismos eficaces, que podrán incluir la restitución, establecidos juntamente con los pueblos indígenas, respecto de los bienes culturales, intelectuales, religiosos y espirituales de que hayan sido privados sin su consentimiento libre, previo e informado o en violación de sus leyes, tradiciones y costumbres.

Artículo 15

Inciso 2. Los Estados adoptarán medidas eficaces, en consulta y cooperación con los pueblos indígenas interesados, para combatir los prejuicios y eliminar la discriminación y promover la tolerancia, la comprensión y las buenas relaciones entre los pueblos indígenas y todos los demás sectores de la sociedad.

Artículo 19

Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.

Artículo 28

Inciso 1. Los pueblos indígenas tienen derecho a la reparación, por medios que pueden incluir la restitución o, cuando ello no sea posible, una indemnización justa y equitativa por las tierras, los territorios y los recursos que tradicionalmente hayan poseído u ocupado o utilizado y que hayan sido confiscados, tomados, ocupados, utilizados o dañados sin su consentimiento libre, previo e informado.

Artículo 29 establece que:

Inciso 1. Los pueblos indígenas tienen derecho a la conservación y protección del medio ambiente y de la capacidad productiva de sus tierras o territorios y recursos. Los Estados deberán establecer y ejecutar programas de asistencia a los pueblos indígenas para asegurar esa conservación y protección, sin discriminación.

Artículo 30

Inciso 2. Los Estados celebrarán consultas eficaces con los pueblos indígenas interesados, por los procedimientos apropiados y en particular por medio de sus instituciones representativas, antes de utilizar sus tierras o territorios para actividades militares.

Artículo 32 establece que:

> *1. Los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y elaborar las prioridades y estrategias para el desarrollo o la utilización de sus tierras o territorios y otros recursos.*
>
> *2. Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.*
>
> *3. Los Estados proveerán mecanismos eficaces para la reparación justa y equitativa por cualquiera de esas actividades, y se adoptarán medidas adecuadas para mitigar las consecuencias nocivas de orden ambiental, económico, social, cultural o espiritual.*

Artículo 36

> *Inciso 2. Los Estados, en consulta y cooperación con los pueblos indígenas, adoptarán medidas eficaces para facilitar el ejercicio y asegurar la aplicación de este derecho.*

Artículo 38 establece que:

> *Los Estados, en consulta y cooperación con los pueblos indígenas, adoptarán las medidas apropiadas, incluidas medidas legislativas, para alcanzar los fines de la presente Declaración.*

Por lo que, los Proyectos de interés que puedan afectar algún ámbito de la vida de los pueblos indígenas deberán someterse a consulta, con la finalidad de llegar a acuerdos en los que se prevea el beneficio de las partes involucradas.

III.2 Marco jurídico aplicable a México

III.2.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley máxima que rige la vida económica, social y política en México. En ella se señala como debe organizarse nuestra nación, acorde con las demandas por las que el pueblo luchó durante la Revolución Mexicana. Dada la importancia y la jerarquía legal que posee la Constitución, en los siguientes apartados se presenta la relación de este instrumento legal con el desarrollo del proyecto y la participación de los pueblos indígenas.

La CPEUM reconoce, en su Artículo 2º, apartado B, fracción IX, como obligación de los tres niveles de gobierno: Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los Estatales y municipales y en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen. Como se advierte, la consulta se limita única y exclusivamente a la elaboración del plan de desarrollo, ya sea nacional, estatal y en su caso, municipal.

De esta forma se confirmó el reconocimiento del rasgo pluricultural de la Nación mexicana, el cual está sustentado originalmente en sus pueblos y comunidades indígenas. Otros elementos centrales son el reconocimiento del derecho a la libre determinación y autonomía de los pueblos y comunidades indígenas, asimismo el establecimiento de la obligación estatal de desarrollar instituciones y determinar las políticas necesarias a fin de garantizar la vigencia de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y su desarrollo integral. Entre las obligaciones del Estado, que se determinaron en el apartado B del artículo segundo constitucional, con el objeto de abatir las carencias y rezagos que afectan a los pueblos y las comunidades indígenas, se encuentra el derecho de consultar a los pueblos indígenas, como podrá verse a continuación:

El Proyecto de interés tiene la obligación de dar cumplimiento a los principios y obligaciones establecidas por los artículos 1º y 2º y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que a la letra señala;

Artículo 1.

> *En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.*
>
> *Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.*
>
> *Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley […]*
>
> *Queda prohibida toda discriminación motivada por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas.*

Artículo 2o. La Nación Mexicana es única e indivisible.

La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.

Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. El reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se hará en las constituciones y leyes de las entidades federativas, las que deberán tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos y de asentamiento físico.

B. La Federación, las entidades federativas y los Municipios, para promover la igualdad de oportunidades de los indígenas y eliminar cualquier práctica discriminatoria, establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas conjuntamente con ellos.

Párrafo reformado DOF 29-01-2016

Para abatir las carencias y rezagos que afectan a los pueblos y comunidades indígenas, dichas autoridades, tienen la obligación de:

I. Impulsar el desarrollo regional de las zonas indígenas con el propósito de fortalecer las economías locales y mejorar las condiciones de vida de sus pueblos, mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno, con la participación de las comunidades. Las autoridades municipales determinarán equitativamente las asignaciones presupuestales que las comunidades administrarán directamente para fines específicos […]

IV. Mejorar las condiciones de las comunidades indígenas y de sus espacios para la convivencia y recreación, mediante acciones que faciliten el acceso al financiamiento público y privado para la construcción y mejoramiento de vivienda, así como ampliar la cobertura de los servicios sociales básicos.

[…]

VI. Extender la red de comunicaciones que permita la integración de las comunidades, mediante la construcción y ampliación de vías de comunicación y telecomunicación. Establecer condiciones para que los pueblos y las comunidades indígenas puedan adquirir, operar y administrar medios de comunicación, en los términos que las leyes de la materia determinen.[…]

IX. Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes de las entidades federativas, de los Municipios y, cuando proceda, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.

Fracción reformada DOF 29-01-2016

No obstante que el derecho a la consulta en términos del artículo 2º constitucional se circunscribe exclusivamente al ámbito de la planeación estatal, el ejercicio de este derecho no puede limitarse exclusivamente a esta esfera de la administración pública; toda vez que el alcance de la obligación está determinado por lo establecido en el artículo 133 de la propia Constitución mexicana, que a la letra señala:

Artículo 133.

Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.

Asimismo, en el artículo 3°, Frac. VI indica lo siguiente:

"Consultar a pueblos y comunidades indígenas cada vez que el Ejecutivo Federal promueva reformas jurídicas y actos administrativos, programas de desarrollo o proyectos que impacten significativamente sus condiciones de vida y su entorno."

Otros artículos de la Constitución aplicables al Proyecto de interés son:

Artículo 4o.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. […]

Artículo 25o.

Corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la

libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta constitución.

[…]

Artículo 27o.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, el beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuida 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 urbanos.

El proyecto de interés tiene la obligación de dar cumplimiento a los principios y obligaciones establecidas por los artículos antes citados de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

III.2.2 Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

La Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (2018), antes Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, busca garantizar el derecho a la consulta y al consentimiento libre, previo e informado a pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, cada vez que el Ejecutivo Federal promueva reformas jurídicas y actos administrativos, susceptibles de afectarles. Asimismo, contempla un sistema de consulta y participación indígena y determina que el Instituto sea el órgano técnico en los procesos de consulta previa, libre e informada. Cuyo objetivo es garantizar el ejercicio e implementación de los derechos de las comunidades originarias establecidos en la Constitución y en tratados internacionales, tal como se cita a continuación:

Articulo 2 define

El Instituto es la autoridad del Poder Ejecutivo Federal en los asuntos relacionados con los pueblos indígenas y afromexicano, que tiene como objeto definir, normar, diseñar, establecer, ejecutar, orientar, coordinar, promover, dar seguimiento y evaluar las políticas, programas, proyectos, estrategias y acciones públicas para garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas

y afromexicano, así como su desarrollo integral y sostenible y el fortalecimiento de sus culturas e identidades, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los instrumentos jurídicos internacionales de los que el país es parte.

Artículo 4. Para el cumplimiento de su objeto, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

[…]

II. Aprobar y participar, en coordinación con las instancias competentes, en la formulación, ejecución y evaluación de los planes, programas y proyectos que realicen las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal con relación a los pueblos indígenas y afromexicano, garantizando la transversalidad institucional, la interculturalidad y la pertinencia económica, social, cultural, política, lingüística y de género;

III. Promover, respetar, proteger y garantizar el reconocimiento pleno y el ejercicio de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicano reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los instrumentos jurídicos internacionales de los que el país sea parte.

Para este efecto, se deberá establecer un diálogo sostenido e incluyente con los pueblos indígenas y afromexicano, como sujetos de derecho público y mediante una relación de respeto e igualdad, para la coordinación y ejecución de acciones conjuntas basadas en la buena fe;

[…]

XXI. Instrumentar, gestionar, instalar, promover y ejecutar, en coordinación con las instancias competentes, las medidas necesarias para brindar mantenimiento, mejoramiento y ampliación de la infraestructura comunitaria, tales como vías de comunicación, escuelas, vivienda, puentes, electrificación, agua potable, drenaje, saneamiento y en general todo tipo de infraestructura, que permitan la integración y reconstitución territorial de los pueblos indígenas y afromexicano, así como el fortalecimiento de su gobernanza, organización regional y capacidad económica productiva;

[…]

XXXII. Concertar acciones con los sectores social y privado, en coordinación con los pueblos indígenas y afromexicano, para que coadyuven en la realización de acciones en beneficio de dichos pueblos.

Bajo los artículos y fracciones antes mencionados el promovente se alinea y solicita apoyo del INPI para establecer los términos al Derecho a la consulta previa, libre e informada al respecto de la implementación del proyecto

III.2.3 Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 16 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. Es de orden público e interés social y regirá en todo el territorio del Estado de Oaxaca en materia de derechos y cultura de los pueblos y comunidades indígenas; así como en las obligaciones de los Poderes del Estado en sus distintos ámbitos de gobierno. Sus disposiciones constituyen las prerrogativas mínimas para la existencia, pervivencia, dignidad y bienestar de dichos pueblos y comunidades indígenas.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 22. Vinculación del proyecto con la Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 3º.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por: II. Pueblos indígenas. Aquellas colectividades humanas que por haber dado continuidad histórica a las instituciones políticas, económicas, sociales y culturales que poseían sus ancestros antes de la creación del Estado de Oaxaca, poseen formas propias de organización económica, social, política y cultural, y afirman libremente su pertenencia a cualquiera de los pueblos mencionados en el segundo párrafo del Artículo 2° de este Ordenamiento. El Estado reconoce a dichos pueblos indígenas el carácter jurídico de personas morales de derecho público, para todos los efectos que se deriven de sus relaciones con los Gobiernos Estatal, Municipales, así como terceras personas. III. Comunidades indígenas: Aquellos conjuntos de personas que forman una o varias unidades socioeconómicas y culturales en torno a un asentamiento común, que pertenecen a un asentamiento común, que pertenecen a un determinado pueblo indígena de los enumerados en el artículo 2° de este Ordenamiento y que tengan una categoría administrativa inferior a la del municipio, como agencias municipales o agencias de policía. (…) V. Territorio indígena: Porción del territorio nacional constituida por espacios continuos y discontinuos ocupados y poseídos por los pueblos y comunidades indígenas, en cuyos	A partir de la descripción del medio socioeconómico presentado en el capítulo IV de la presente manifestación se identifica la existencia de comunidades indígenas. Así mismo se ingresa junto con la MIA, el Estudio de Impacto Sociodemográfico a fin de identificar a los pueblos o comunidades indígenas que podrían resultar afectados

Artículo	Vinculación
ámbitos espaciales, material, social y cultural se desenvuelven aquellos y expresan su forma específica de relación con el mundo, sin detrimento alguno de la Soberanía Nacional del Estado Mexicano ni de las Autonomías del Estado de Oaxaca y sus Municipios.	
Artículo 53. Las obras y proyectos que promueva el Estado, las organizaciones o los particulares, que impacten a los pueblos y comunidades indígenas en sus recursos naturales, deberán ser discutidos, analizados y consensados previamente con dichos pueblos y comunidades.	El proyecto de modernización del camino San Martín Peras–Barrio Del Carmen es promovido y financiado por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de actas de anuencia con los pueblos y comunidades indígenas de la región. Mediante un proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia y aprobación de las autoridades tradicionales, garantizando que la obra cuente con el respaldo de la comunidad y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la Mixteca

III.2.4 Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca

La Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca, garantiza el derecho de estos pueblos a participar efectivamente en decisiones sobre sus territorios, recursos y cultura. Esta norma establece los principios normativos, procedimientos y medidas obligatorias que las autoridades deben observar para proteger la libre determinación, la participación política y el respeto a sus sistemas normativos.

En el cuadro siguiente se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley.

Cuadro 23. Vinculación del proyecto con la Ley de Consulta Previa, Libre e Informada de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas para el Estado de Oaxaca.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas tienen derecho a ser consultadas de manera previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada, mediante procedimientos apropiados y a través de sus asambleas generales,	Juntamente con la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), se ingresa el **Estudio de Impacto Sociodemográfico** con el objetivo de identificar con precisión a los pueblos o comunidades indígenas que

Artículo	Vinculación
autoridades comunitarias, entre otras instituciones representativas de conformidad con sus sistemas normativos, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles.	podrían interactuar con el proyecto. Cabe destacar que la modernización del camino **San Martín Peras–Barrio Del Carmen** es promovida y financiada por la Federación, integrando como eje de validación social la obtención de **actas de anuencia** con las comunidades de la región. Mediante este proceso informativo y de concertación, se busca presentar las actividades pretendidas para contar con la venia de las autoridades tradicionales, garantizando así que la obra cuente con el respaldo ciudadano y se ejecute en un marco de respeto y armonía con la organización local de la **Mixteca**

IV. Identificación de los pueblos y comunidades que se ubican en el área de estudio del proyecto

IV.1 Delimitación del área de estudio, área de influencia directa del proyecto

Según la Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental regional, el área de influencia es 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, y precisamente ahí radica la importancia de la adecuada delimitación del Área de Influencia (AI). Por ello, es necesario señalar lo siguiente:

1. **Rango de afectación una infraestructura lineal**

   - El rango de afectación de una infraestructura lineal depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

   - Típicamente los efectos de una infraestructura lineal sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la infraestructura debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

   - Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de coronas, corredores o áreas próximas, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de una vía de comunicación.

2. **Generación de áreas de influencia geográfica**

   - La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de buffers.

   - Cuando se generan buffers en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.

   - Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia.

La determinación de los límites de los polígonos se realizó utilizando el programa ArcGIS 10.8. El área de influencia (AI) está determinada por los procesos que se llevan a cabo en el área donde se incluirá el proyecto, y con base en el área de distribución o amplitud de los impactos ambientales o que puedan tener las obras y actividades, incluido el desarrollo del proyecto. De acuerdo con la extensión de impacto definida por Forman y Alexander (1998) sobre grupos de fauna (aves, mamíferos y reptiles), que también incluye impactos hidrológicos por desplazamiento de sedimentos y ruido, la distancia considerada es de 500 m. área del proyecto.

Un factor importante para determinar el ambiente final fue la presencia del tipo de cubierta vegetal presente alrededor del área del proyecto. Debido a que la vegetación y uso de suelo se encuentra altamente antropizado debido a la presencia de zonas de agricultura de temporal anual, asentamientos humanos y vegetación secundaria de bosque de Pino-Encino y Encino. Por lo tanto, se consideró el área de influencia (AI) con la misma distancia efectiva de 500m de buffer del área del proyecto.

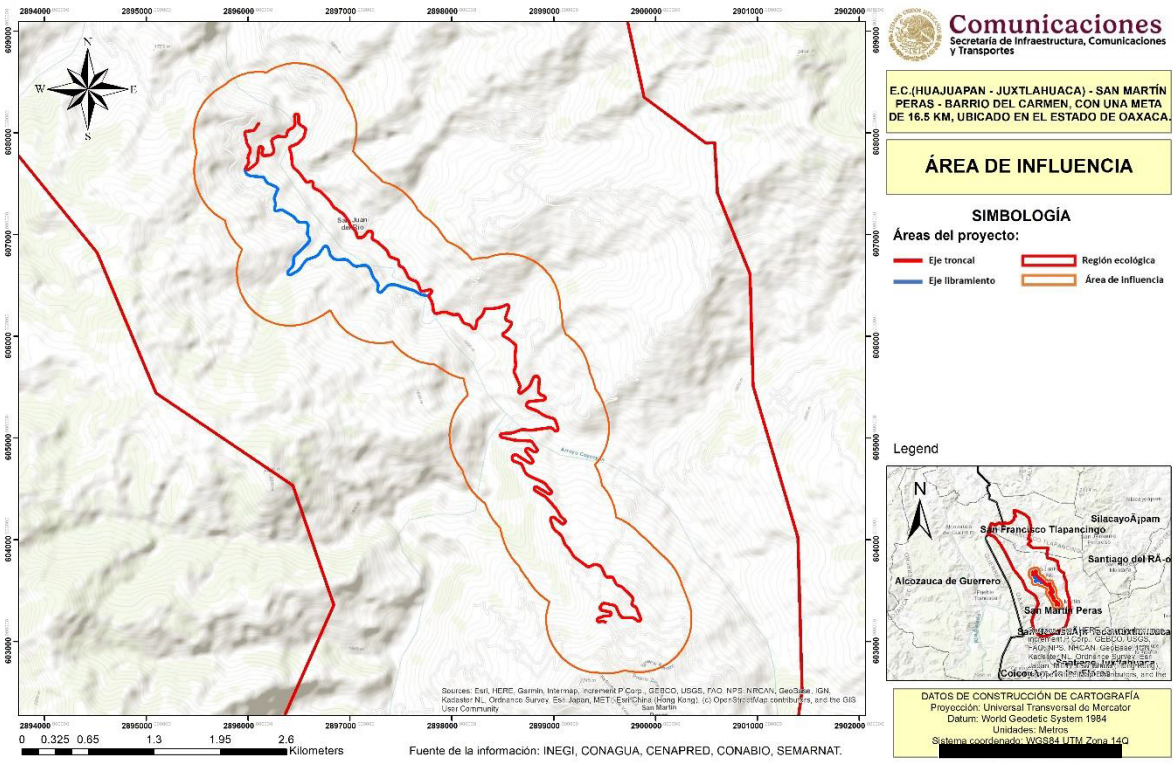


Figura 5. Visualización del área de influencia (AI)

IV.2 Descripción del área de estudio asociada a la zona de obras y estructuras principales

IV.2.1 Superficies del camino actual (Tipo E)

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 24. Coordenadas del proyecto

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	30+000	42+940	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Libramiento	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **13.3490 ha**, con una longitud de 15.9 km y una amplitud promedio de 8.35 metros.

Cuadro 25. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente (m)	Ancho del camino existente (m)	Superficie del camino actual (ha)
15,980	8.35	13.3490

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino.

A continuación, se determinó que dicha área es de **6.0253 ha**; lo que representa que de las 13.3490 ha que ocupa el camino actual, 6.0253 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (7.32.37 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 26. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto

Longitud del camino existente (m) (1)	Ancho de camino existente (m) (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (4)	Superficie total del camino actual (ha) (3+4)
15,980	8.35	**6.0253**	7.3237	13.349

IV.2.2 Superficie del Proyecto (Tipo D)

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 27. Dimensiones del proyecto

Especificaciones geométricas	Troncal	Ramal	Total
Camino tipo	D	D	D
Longitud total (m)	12,940	3,439	16,379
Ancho de corona (m)	7	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	13.83	13.83	16.347
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	20.4900	6.1215	26.6115

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha. Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).

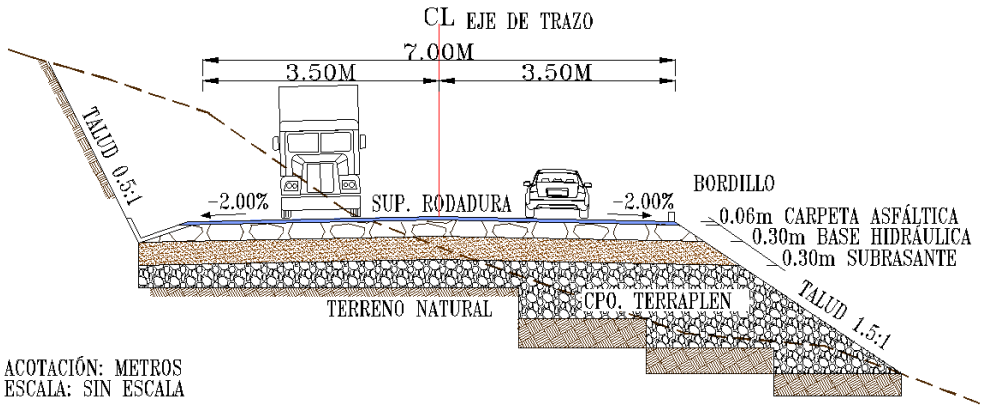


Figura 6. Sección tipo

Cuadro 28. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Ramal	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 29. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

IV.3 Vegetación en el área del proyecto

IV.3.1 Vegetación de acuerdo con el INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 30. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

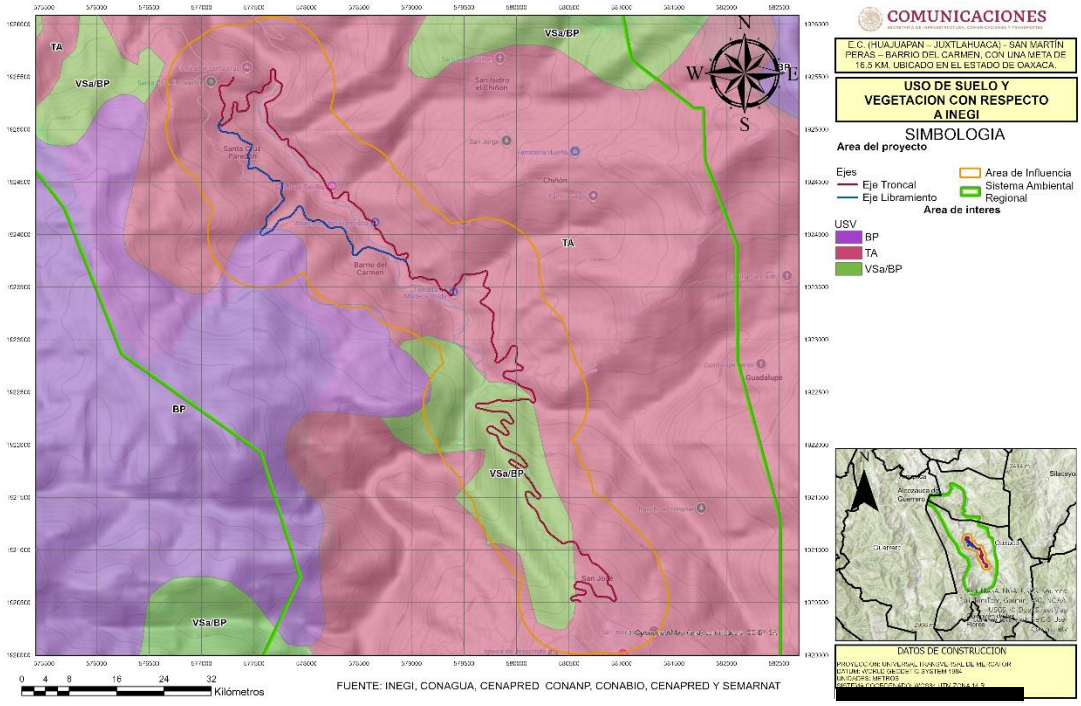


Figura 7. Uso de suelo y vegetación según INEGI serie VII

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales

LXXX. Vegetación forestal: Es el 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.

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

V. Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como

cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros

IV.3.2 Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 31. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura

"forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

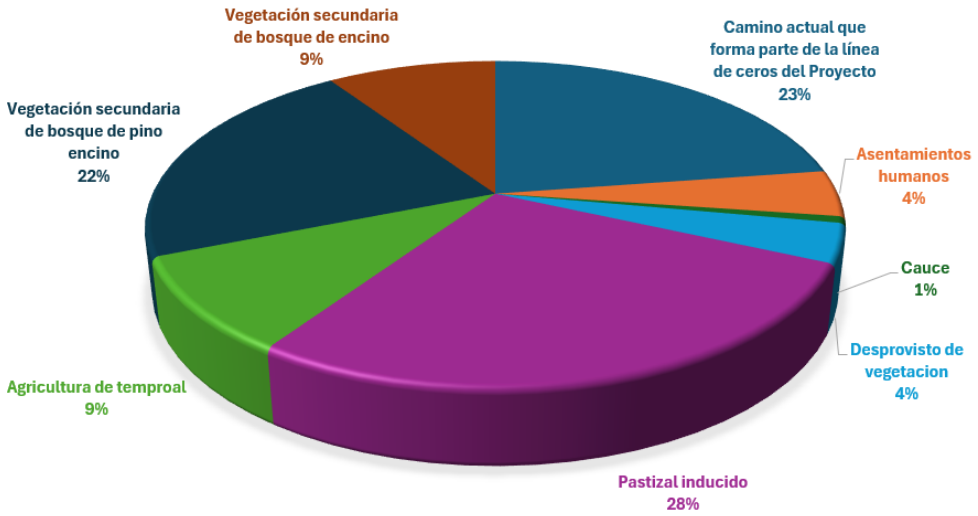


Figura 8. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 32. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	8.2524	100.00%

IV.4 Descripción socioeconómica de la población indígena vinculada con el proyecto

IV.4.1 Municipio de San Martin Peras

IV.4.1.1 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020 el municipio de San Martin Peras cuenta con una población de 12436 habitantes representando el 0.3% de la población estatal. En cuanto a la relación hombres-mujeres es de 88 hombres por cada 100 mujeres. La edad media de la población es de 18 años.

El municipio cuenta con 59 localidades las de mayor importancia son San Martin Peras (cabecera municipal) con 3, 051 habitantes, Ahuejutla con 1366 habitantes y Santiago Petlacala con 753 habitantes.

IV.4.1.2 Vivienda

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con 2,316 viviendas, el promedio de ocupantes por vivienda es de 5.4. Al respecto de la disponibilidad de servicios en las viviendas el 96.8% cuenta con energía eléctrica, el 90.5 % cuenta con servicio sanitario, el 63.1 % cuenta con drenaje y el 25.7% cuenta con agua entubada.

En cuanto a la disponibilidad de bienes el 40.1 % cuenta con refrigerador, el 25.1 % cuenta con lavadora y el 31.9% cuenta con automóvil. Al respecto de tecnologías, el 65.6 % cuenta con celular, el 4.1 % cuenta con internet y el 3.3 % cuenta con computadora.

IV.4.1.3 Salud

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con el 72.3 % de habitantes afilados a un servicio de salud. De los cuales el 74.2 % este afiliado al INSABI, 19.2 % al IMSS-BIENESTAR, el 0.3% al ISSSTE y el 12 % al IMSS.

IV.4.1.4 Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, la tasa de alfabetización en el municipio en el rango de edad de 15 a 24 años es de 93.3 % mientras que para los mayores de 25 años la tasa de alfabetización corresponde al 41.6%.

Al respecto del nivel escolar, al menos el 40.9 % no curso algún grado escolar, el 54.6 % cuenta con el nivel básico de educación, el 3.6 % cuenta con educación de nivel medio y el 0.9 % cuenta con educación superior.

IV.4.1.5 Desarrollo Social

Antes de abordar lo referente a las actividades económicas de los municipios, es oportuno mencionar que, de acuerdo con la Secretaria del Bienestar, para el 2022 el municipio de interés presentó el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social en el contexto nacional y estatal por municipio para el año.

En dicho cuadro se puede observar que, el municipio de incidencia del proyecto, **San Martin Peras** cuenta con un Grado de Marginación **Muy Alto**.

IV.4.1.6 Situación económica

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 25.8 % del cual, el 73.9 % corresponde a hombres y el 26.1 % a mujeres.

Al respecto de la población que no es económicamente activa se encuentra en un 73.8 %, la mayor proporción corresponde a las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, le siguen los estudiantes, las personas con limitaciones físicas o mentales y finalmente los pensionados.

IV.4.1.7 Población indígena

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población que habla lenguas indígenas en San Martin Peras corresponde al 96.70 % y de ese mismo porcentaje la población que no habla español solo su lengua nativa es del 38.21%. Las lenguas que predominan son el Mixteco con el 99.9% de hablantes y el Triqui. Así, mismo, la población que considera afromexicana o afrodescendiente es del 0.34 %, de la población.

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), mediante las Cédulas de Información Básica y el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, establece que la población del municipio de San Martín Peras es de carácter indígena y pertenece al pueblo Ñuu Savi (Mixteco).

A continuación, se presenta la Figura 85, la cual ilustra la distribución de los pueblos indígenas en la región. Asimismo, con fundamento en los datos sociodemográficos

proporcionados por el INPI, se integra el siguiente cuadro que detalla las características principales del municipio de San Martín Peras.

Cuadro 33. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de San Martin Peras

Indicador		Total
Educación	Analfabeta	43.1 %
	Preescolar	0.4 %
	Primaria	15.1 %
	Secundaria	10 %
	Media superior	7.6 %
	Superior	1.3 %
Derechohabiencia	Sin derecho	6.6 %
	Seguro popular	92%
Población ocupada según sector de actividad	Primario	50.3 %
	Secundario	8.6 %
	Terciario	12.3 %
Porcentaje de viviendas ocupadas		99.7 %
Servicios en viviendas	Sin agua entubada	9.3%
	Sin drenaje	62.8%
	Sin electricidad	8.6 %
Bienes electrodomésticos	Radio	19.8 %
	Televisión	31 %
	Refrigerador	26.4 %
	Teléfono	1.8%
	Internet	0.3 %
	Computadora	1.5 %
	Celular	3.4 %

IV.4.2 Población vinculada al proyecto

Considerando la información publicada por el INPI en el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, en el estado de guerrero se identifican 4 pueblos indígenas: Amuzgos, Mixtecos; Nahuas y Tlapanecos.

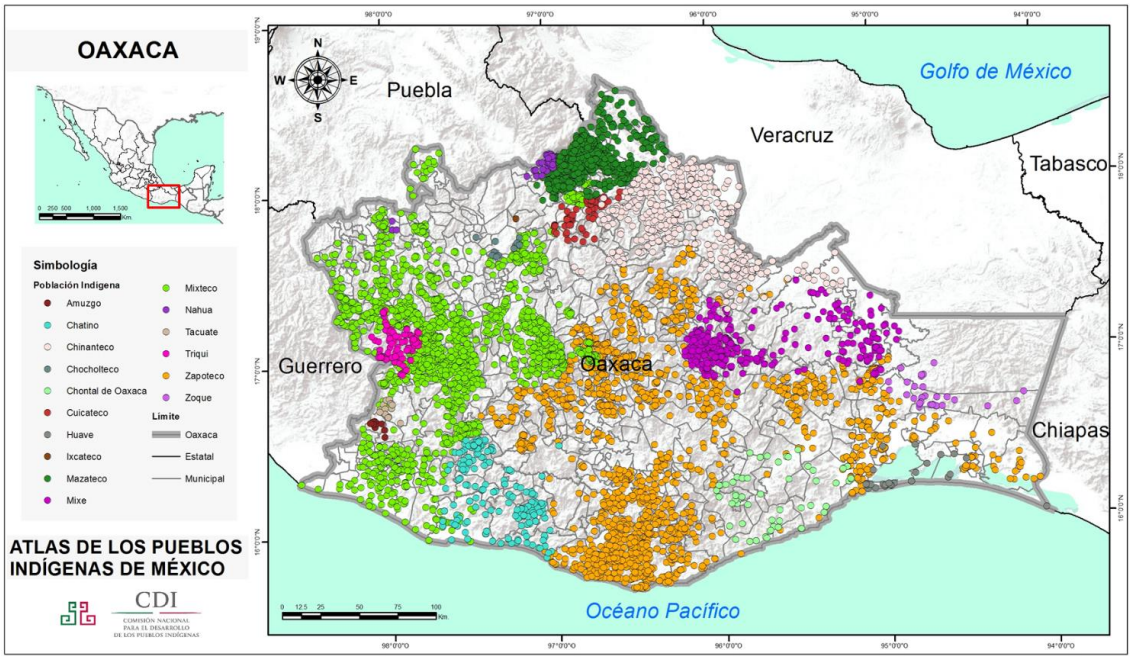


Figura 9. Pueblos Indígenas del Estado de Oaxaca[1]

En específico en el municipio de San Martin Peras predomina el Ñuu Savi o Mixteco. Los asentamientos del pueblo mixteco se localizan en una extensa región de más de 40 000 km2, que comprende la parte noroccidental del estado de Oaxaca y pequeñas porciones de los de Puebla y Guerrero. Es común que esta región, denominada Mixteca, sea dividida en tres subregiones naturales diferenciadas en lo ecológico y lo cultural: el alta, la costa y la baja. Sin embargo, algunos autores utilizando un criterio estrictamente fisiográfico, consideran sólo el alta y la baja, identificando a ésta con la que otros llaman la costa.

La familia mixteca es básicamente nuclear, con apego patrilineal, aunque existen excepciones cuando se trata de familiares cercanos, huérfanos o en desgracia. Sin embargo, el patrón migratorio ha influido en la reagrupación familiar, pues los hombres pasan largos periodos fuera de la casa.

Los migrantes conservan el sentido de pertenencia a través del contacto permanente con su comunidad de origen, lo cual les permite participar en su desarrollo, al igual que reproducir sus creencias y valores culturales. El respeto, el estatus y el prestigio entre los mixtecos se obtienen sirviendo a la comunidad. La participación en la vida colectiva y el cumplimiento en los trabajos, cargos y ceremonias públicas, han fomentado el sentido de

[1] Fuente http://atlas.inpi.gob.mx/oaxaca-2/

pertenencia a la comunidad. No obstante, el servicio comunitario ha sufrido algunos cambios debido a la migración.

Los cargos de autoridad municipal se ejercen durante un año solamente. Los cargos judiciales son los de síndico y alcaldes, que se desempeñan además como Ministerio Público y jueces, respectivamente. A nivel agrario existen comisariados ejidales y/o de bienes comunales. El Consejo de Ancianos tiene importancia en algunos pueblos, aunque en otros prácticamente ha desaparecido. Los cargos escalafonarios además de los municipales son de tipo religioso: mayordomos, rezadores, sacristanes y presidente de la iglesia. En algunos lugares aún se conservan las cofradías.

Actualmente las características de los candidatos para ocupar los cargos civiles son distintas de las de los candidatos de antaño: ahora se eligen a las personas que hablan español y tienen la capacidad de mediar con el Estado, y cuentan con conocimientos y desenvoltura en las relaciones interculturales.

La agricultura es la actividad básica; se cultivan superficies menores a las dos hectáreas, generalmente de temporal, bastante erosionadas o poco propias para cultivo. Los principales productos que se obtienen son maíz, frijol, trigo, ajo, tomate y cebolla, además de aguacate y otros que se cultivan en el corral o se recolectan en el campo, como diferentes hierbas como quelites. Algunas mujeres trabajan en el cultivo de la seda, aunque es una actividad poco redituable.

Como base de la revisión se consideraron todas las localidades presentes dentro del Sistema Ambiental Regional, de acuerdo con las cartas topográficas de INEGI E14D33 encontrándose un total de 26 localidades como se aprecia en la siguiente imagen.

Es importante mencionar que las localidades San José, Bajada del Río, Mixteca Unida, EL Cazaguate, Barrio del Carmen, San Juan del Río, se encuentran a lo largo del camino, Mientras que las localidades El Palmar, El Paredon, San Martin Peras y Ahuejutla se encuentran dentro del Area de Influencia, destacando que esas dos últimas son las localidades de inicio y fin del camino.

Cuadro 34. Localidades según INEGI

Nombre	Tipo
Ahuejutla	Rural
Bajada Del Río	Rural
Barrio Del Carmen	Rural
Barrio San Antonio	Rural
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural
Chiñón	Rural
Colonia Alvarado	Rural
Colonia Guadalupe	Rural
El Cazaguate	Rural
El Palmar	Rural

Nombre	Tipo
El Paredón	Rural
La Candelaria	Rural
La Trinidad Peras	Rural
Las Minas	Rural
Llano De Adobe	Rural
Melesio Sánchez	Rural
Mixteca Unida	Rural
San Isidro El Chiñón	Rural
San Isidro La Raya	Rural
San Jorge El Chiñón	Rural
San José	Rural
San Juan Del Río	Rural
San Marcos	Rural
San Marcos Natividad	Rural
San Martín Peras	Urbana
Santa Cruz	Rural



Cuadro 35. Localidades cercanas al proyecto

IV.4.2.1 Regiones indígenas INPI

De acuerdo con información vectorial disponible por parte del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) la Region Ecologica y área de proyecto se encuentran en la región indígena de nombre “Silacayoapan Mixteco” como se puede ver en la siguiente imagen

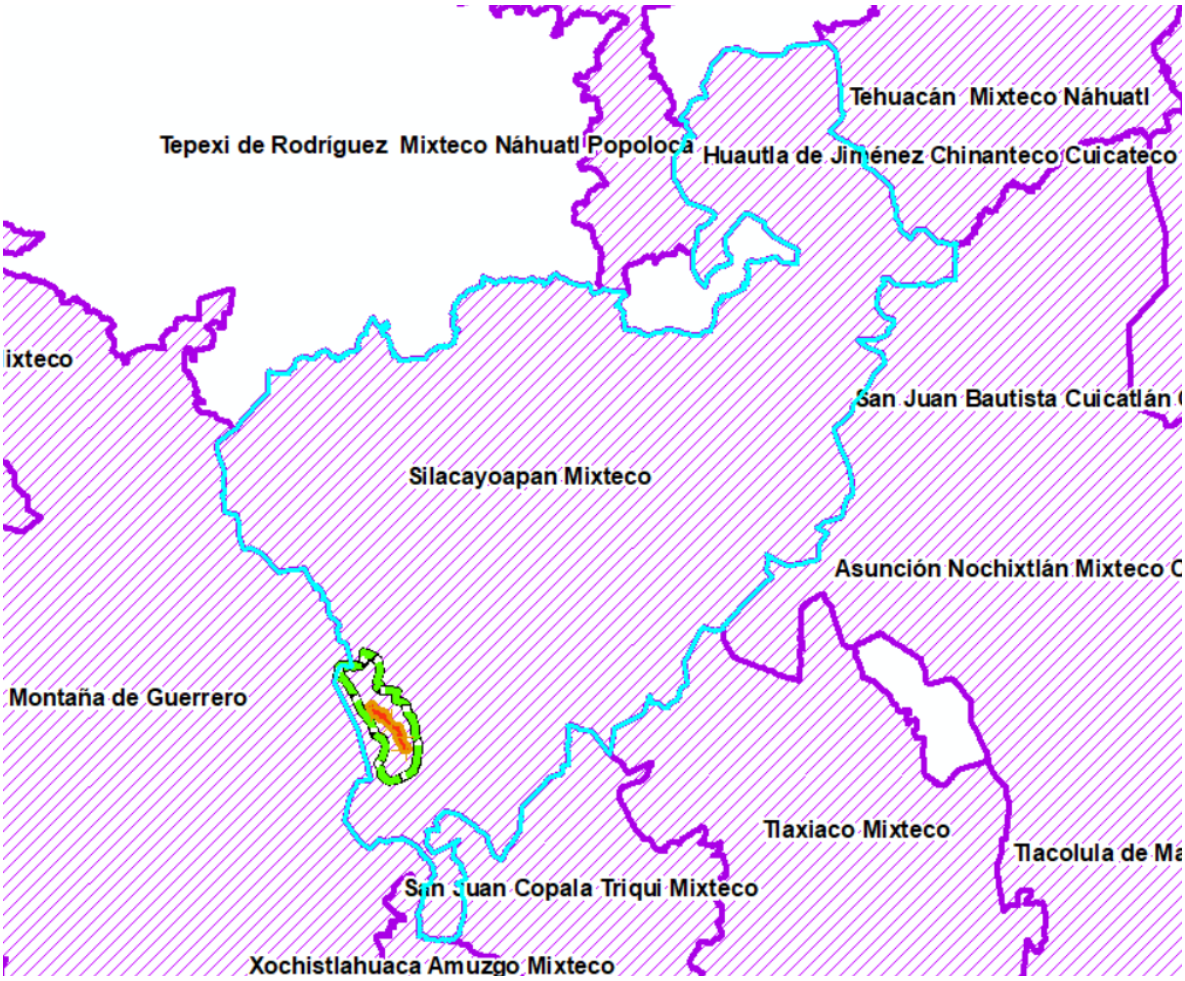


Figura 10. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones Indígenas

IV.4.2.2 Núcleos Agrarios

Debido a que los Ejidos y Comunidades, son tierras comunitarias poseídas conjuntamente en sistemas de tierras tradicionales. Están abiertos a todos los miembros, pero hay restricciones comunitarias sobre el uso y el acceso a ellas. Frecuentemente son tierras de pastoreo., se consideró pertinente revisar 1) Si el Proyecto, AI o SA se encuentran dentro de un Ejido y/o Comunidad y 2) si ese Ejido y/o Comunidad presenta alguna localidad considerada como indígena. Por lo cual se revisó la incidencia del SA, AI y Área del proyecto con respecto a los núcleos agrarios (Comunidades y ejidos) del estado de Guerrero, se encontró que hay cinco núcleos agrarios.

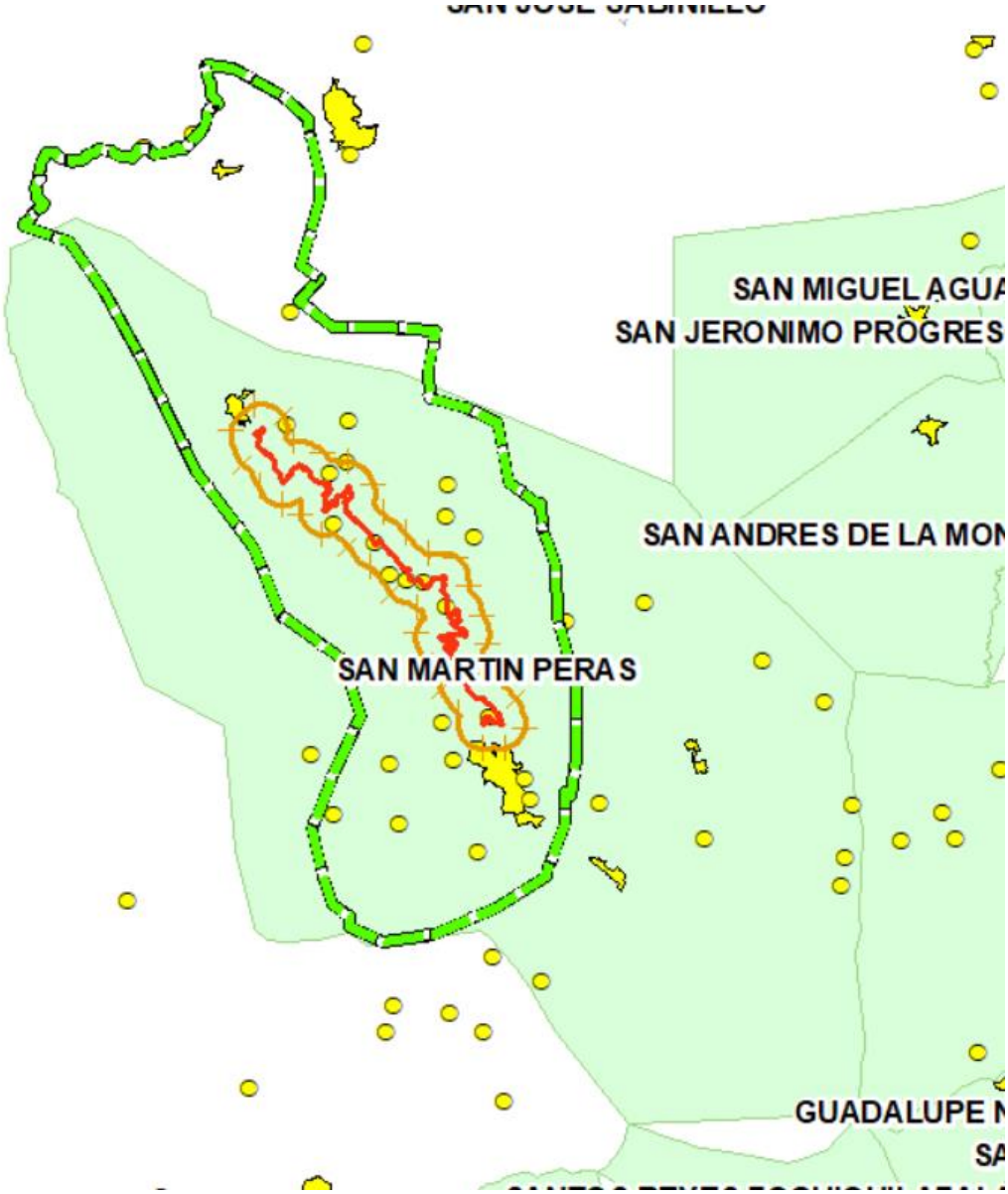


Figura 11. Localización del proyecto con respecto los núcleos agrarios del RAN

IV.4.2.3 Localidades con población indígena Censo INEGI 2020

Los pueblos y comunidades indígenas de México constituyen un conjunto social pluriétnico y multicultural, son portadores de identidades, culturas y cosmovisiones que han desarrollado históricamente. La Comisión Nacional Para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de México (CDI) considera población indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe(a) del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre o padre, madrastra o padrastro, abuelo(a), bisabuelo(a), tatarabuelo(a), suegro(a)) declaro ser hablante de lengua indígena. Además, también

incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares. Con el uso del criterio de "hogar" se trasciende una concepción del desarrollo que supone sólo factores económicos como los únicos determinantes, para complementar una concepción sistémica, más integral, que comprende a la red de relaciones entre ancestros-descendientes y permite considerar no solo a los individuos, sino a los otros niveles de complejidad en esa red de relaciones: familias, comunidades, municipios, regiones, etc. Con este criterio incorporamos en la población indígena al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas

La aplicación metodológica del criterio de hogar indígena coadyuvó así mismo a reconocer a **las localidades indígenas como las localidades que presentan un 40% o más de la población total, como población indígena.**

Para cada localidad de acuerdo con la población total estimada, la población de personas mayores de 3 años que hablan una lengua indígena y el porcentaje de la población que se considera indígena, se identificó que ninguna de estas se puede clasificar como indígena ya que se estipula que se debe de tener un porcentaje de población indígena del 40% o superior según el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

Cuadro 36. Porcentajes de población indígena de las localidades presentes dentro del SAR de acuerdo con INEGI.

Nombre	Tipo	Población total	Población mayor a 3 años que habla una lengua indígena	Porcentaje de Población indígena	Localidad indígena
Ahuejutla	Rural	1366	1260	92.24%	Si
Bajada Del Río	Rural	68	62	91.18%	Si
Barrio Del Carmen	Rural	82	77	93.90%	Si
Barrio San Antonio	Rural	21	18	85.71%	Si
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural	54	52	96.30%	Si
Chiñón	Rural	304	288	94.74%	Si
Colonia Alvarado	Rural	28	26	92.86%	Si
Colonia Guadalupe	Rural	55	49	89.09%	Si
El Cazaguate	Rural	16	16	100.00%	Si
El Palmar	Rural	47	45	95.74%	Si
El Paredón	Rural	0	0	0.00%	No
La Candelaria	Rural	104	92	88.46%	Si

Nombre	Tipo	Población total	Población mayor a 3 años que habla una lengua indígena	Porcentaje de Población indígena	Localidad indígena
La Trinidad Peras	Rural	525	479	91.24%	Si
Las Minas	Rural	208	200	96.15%	Si
Llano De Adobe	Rural	44	42	95.45%	Si
Melesio Sánchez	Rural	9	0	0.00%	No
Mixteca Unida	Rural	7	0	0.00%	No
San Isidro El Chiñón	Rural	63	56	88.89%	Si
San Isidro La Raya	Rural	162	149	91.98%	Si
San Jorge El Chiñón	Rural	89	84	94.38%	Si
San José	Rural	289	265	91.70%	Si
San Juan Del Río	Rural	210	196	93.33%	Si
San Marcos	Rural	100	92	92.00%	Si
San Marcos Natividad	Rural	0	0	0.00%	No
San Martín Peras	Urbana	3051	2683	87.94%	Si
Santa Cruz	Rural	204	181	88.73%	Si

En conclusión, se revisaron las 26 localidades presentes dentro del SAR de acuerdo con INEGI, de entre todas las revisiones realizadas de acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas en México de INEGI del año 2020 así como por su porcentaje de personas mayores de 3 años que hablen alguna lengua indígena, **existen 22 localidades indígenas de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, de INEGI.**

IV.4.2.4 Catalogo Nacional de Pueblos indígenas y Afromexicanas del INPI

Por último, se consultó el Catálogo Nacional de Pueblos Indígenas y Afromexicanas del INPI el cual tiene el objetivo de identificar a las comunidades indígenas y afromexicanas con base en sus principales instituciones políticas, jurídicas, territoriales, económicas, sociales y culturales, considerando que la población indígena, va más allá de hablar alguna lengua indígena, ya que es una caracterización de las formas de vida, cosmovisiones, espiritualidad, usos y costumbres, normas y tradiciones, formas de organización social, económica y política, formas de transmisión del conocimiento, instituciones, prácticas, creencias, valores, indumentaria y lenguas, reconociendo su interrelación, dando origen a

una comunidad indígena, auto percibida y validada por el estado mexicano. Encontrándose que, de las 26 localidades dentro de la CHF, 7 de ellas es autopercibe como indígenas:

Población indígena de las localidades presentes ene l SAR de acuerdo con INPI

Nombre	Tipo	Localidad indígena	Pueblo indígena
Ahuejutla	Rural	Si	Mixteco
Bajada Del Río	Rural	No	N/A
Barrio Del Carmen	Rural	No	N/A
Barrio San Antonio	Rural	No	N/A
Barrio San Antonio Los Pinos	Rural	No	N/A
Chiñón	Rural	Si	Mixteco
Colonia Alvarado	Rural	No	N/A
Colonia Guadalupe	Rural	No	N/A
El Cazaguate	Rural	No	N/A
El Palmar	Rural	No	N/A
El Paredón	Rural	No	N/A
La Candelaria	Rural	No	N/A
La Trinidad Peras	Rural	Si	Mixteco
Las Minas	Rural	Si	Mixteco
Llano De Adobe	Rural	No	N/A
Melesio Sánchez	Rural	No	N/A
Mixteca Unida	Rural	No	N/A
San Isidro El Chiñón	Rural	No	N/A
San Isidro La Raya	Rural	No	N/A
San Jorge El Chiñón	Rural	No	N/A
San José	Rural	No	N/A
San Juan Del Río	Rural	Si	Mixteco
San Marcos	Rural	No	N/A
San Marcos Natividad	Rural	No	N/A
San Martín Peras	Urbana	Si	Mixteco
Santa Cruz	Rural	Si	Mixteco

IV.5 Caracterización de la población indígena y su aspecto histórico y cultural

IV.5.1 Ñuu Savi o Mixteco

Los antepasados de los actuales mixtecos se asentaron en un vasto territorio que abarca el noroeste del estado de Oaxaca, el extremo sur del estado de Puebla y una franja en el oriente del estado de Guerrero. Los nahuas llamaron a esta región Mixtlan, “Lugar de nubes”, o Mixtecapan, “País de los mixtecos”. Desde la llegada de los españoles, en el siglo XVI, es conocida como la Mixteca. Con una superficie aproximada de 40,000 kilómetros cuadrados, la región Mixteca presenta un relieve abrupto y desigual y, por consiguiente,

una variedad de microclimas y ecosistemas. Tomando como criterio la altura sobre el nivel del mar, el área se divide en la Mixteca Alta, la Mixteca Baja y la Mixteca de la Costa.

Actualmente es difícil delimitar con exactitud el territorio de los mixtecos propiamente dicho, ya que no todos los que habitan en la Mixteca pertenecen a este pueblo ni todos los mixtecos habitan en su hábitat ancestral. Una considerable proporción de ellos vive en diferentes partes de la República Mexicana e incluso en el extranjero. Los que permanecen en la región, comparten el territorio con mestizos, amuzgos, triquis, ixcatecos, popolocas, chocholtecas, nahuas y los así llamados afromestizos de la Costa, de tal manera que en algunos municipios pluriétnicos representan a la mayoría de la población y en otros a la minoría. Además, no todos los hablantes de mixteco se reconocen como mixtecos ni todos los que se consideran mixtecos hablan el idioma. Hay localidades cuyos habitantes se autoidentifican con los mixtecos y mantienen sus tradiciones, aunque han perdido la lengua de sus antepasados, o sólo existan unos cuantos ancianos que la hablen. Es decir, el número de mixtecos no necesariamente coincide con el número de hablantes del idioma.

IV.5.1.1 Lingüística

Las lenguas indígenas de México están agrupadas en familias y éstas en troncos lingüísticos. El mixteco, junto con el cuicateco y el triqui, forma parte de la familia mixteca, la cual, a su vez, pertenece al tronco otomangue. El mixteco es un idioma tonal, es decir que el significado de las palabras cambia según el tono de que se trate. Además, es una lengua que comprende muchas variantes, en cuyo número los investigadores no logran ponerse de acuerdo, ni tampoco sobre la clasificación y el grado de comprensión y comunicación entre los hablantes de las diferentes variantes del mixteco.

Como todos los pueblos de México, después de la Revolución los mixtecos fueron sometidos a una castellanización forzada, cuyos principales gestores eran los maestros rurales. Los testimonios afirman que en una época, ir a la escuela significaba para los niños un martirio, pues los maestros le pegaban a todo aquel que se atrevía hablar en mixteco; asimismo, exigían a los padres que siguieran su ejemplo en el hogar. Hoy en día, la subregión en la que se conserva mejor la lengua es en la Costa. En las cabeceras municipales está en proceso de perderse, pero en las localidades adscritas se mantiene aún viva. En algunas de ellas, todos los pobladores la hablan, mientras que en otras sólo lo hacen los ancianos y las personas mayores. Existen varias gramáticas del mixteco, las primeras de ellas realizadas en las épocas tempranas de la Colonia. Actualmente, un grupo de intelectuales nativos impulsa la difusión de la lectoescritura en su idioma.

IV.5.1.2 Organización social

La migración ha tenido un fuerte impacto en todas las esferas de la vida de los mixtecos. Por un lado, ha sido el motor de los cambios económicos y sociales del grupo, y por el otro,

un recurso imprescindible para la perpetuación de algunas de sus manifestaciones culturales, como es el caso de las fiestas. Con las remesas se pagan los gastos ceremoniales familiares y comunitarios, que se han incrementado a partir de la migración. Las fiestas familiares están relacionadas con diferentes momentos del ciclo de vida, tales como los bautismos, los quince años y las bodas. Los festejos comunitarios siguen el calendario litúrgico, si bien, como ya hemos mencionado, algunas fiestas católicas conservan antiguos rituales de la bendición de las semillas (día de La Candelaria), la petición de la lluvia (día de San Marcos) o la propiciación de la tierra (día de la Santa Cruz).

La fiesta comunitaria más importante, la que se celebra con mayor pompa y entusiasmo, es la del santo patrón del lugar. Estos festejos, para los que se contrata el jaripeo, las bandas, los conjuntos musicales y en los que se prenden fuegos artificiales, son la ocasión para el intercambio social y cultural entre los pueblos y para el encuentro de familiares, tanto de los que habitan en la comunidad como de aquellos que vienen de lejos.

En el pasado, los principales protagonistas de las fiestas comunitarias eran los mayordomos individuales —por lo general los miembros de la comunidad con mayor capacidad económica—, cuya elección recaía en el consejo de ancianos o principales del pueblo. Si la persona en cuestión desobedecía el mandato de la comunidad y no aceptaba asumir el cargo, podía ser encarcelada. La negación a brindar el servicio requerido se tomaba como una trasgresión al orden. Hoy en día, los mayordomos son básicamente voluntarios y las funciones de sus cargos se han reducido. Actualmente el costo de las fiestas es tan alto, que resulta imposible para una sola persona solventarlo. Lo que se acostumbra ahora es dividir los gastos entre varios miembros de la comunidad o que todo el pueblo los asuma.

El respeto, el estatus y el prestigio entre los mixtecos se obtienen sirviendo a la comunidad. La participación en la vida colectiva y el cumplimiento en los trabajos, cargos y ceremonias públicas, han fomentado desde siempre el sentido de pertenencia a la comunidad. No obstante, el servicio comunitario ha sufrido algunos cambios debido a la migración. En el pasado había una estrecha relación jerarquizada entre los cargos rituales y civiles; se ascendía de un cargo menor a uno mayor hasta llegar a formar parte del Consejo de Ancianos o mandones, lo cual tomaba varios años. Hoy en día esto ha cambiado con el fin de que la población masculina migrante pueda desempeñar por lo menos algunos cargos tradicionales. Las autoridades civiles en la Mixteca Alta, que anteriormente eran designadas por los consejos de ancianos, ahora se eligen por participación directa, en las asambleas comunitarias. Cuando alguien que vive fuera del pueblo es nombrado por la asamblea —lo cual suele suceder con cierta frecuencia—, éste se ve obligado a regresar el tiempo que sea necesario, para cumplir con las responsabilidades de servidor público en los cargos que le fueron asignados.

Asimismo, las características de los candidatos para ocupar los cargos civiles son distintas de las de los candidatos de antaño: ahora se eligen a las personas de mucho mundo, a quienes hablan español y tienen la capacidad de mediar con el Estado, y cuentan con conocimientos y desenvoltura en las relaciones interculturales. En la Costa predomina el

modelo electoral basado en los partidos políticos, si bien en algunas localidades se mantiene en forma paralela el sistema tradicional de cargos y el consejo de ancianos.

Finalmente, la migración dio lugar a la formación de asociaciones representativas de los pueblos mixtecos en los sitios en los que se han asentado los migrantes. La finalidad de estas asociaciones, como ya vimos, es mantener la identidad y la cohesión a través de la reproducción de sus patrones culturales, gestionar mejoras materiales para sus comunidades de origen y, en el caso de los mixtecos en Estados Unidos, reivindicar sus derechos laborales, civiles y humanos en aquel lado de la frontera, donde sí se reconocen como parte de un mismo grupo etnolingüístico. Con estos propósitos hace años se constituyó el Frente Mixteco-Zapoteco Binacional, al que luego se incorporaron los triquis y los mixes, momento a partir del cual tomó el nombre de Frente Indígena Oaxaqueño Binacional.

IV.5.1.3 Actividades económicas

La Mixteca presenta una diversidad ecológica, étnica y cultural. Su accidentado territorio alberga bosques y desiertos, localidades urbanas y rurales, a indígenas y mestizos, a agricultores y pescadores, a pastores y jornaleros, a migrantes, artesanos, comerciantes, prestadores de servicios y cada vez mayor número de maestros y profesionistas. Básicamente, los mixtecos se asumen como agricultores. Sin embargo, su agricultura es de autoabasto y marginal. El cultivo de maíz, frijol, calabaza y chile, base de la alimentación mixteca, se practica en pequeñas unidades de suelos erosionados y depende del temporal de lluvias, razón por la que sus rendimientos son bajos: la cosecha familiar sólo asegura la alimentación durante seis u ocho meses del año. De ahí que la dieta de los mixtecos sea por lo general deficiente y deba complementarse con productos de recolección y caza.

El comercio en la Mixteca es muy dinámico. Los indígenas comercializan muchos objetos pertenecientes a su cultura material, tales como la vestimenta femenina, tejidos de algodón y lana, cerámica, artefactos y cestos. La diversidad ecológica y de sistemas productivos en la Mixteca propiciaron un importante desarrollo mercantil a lo largo de toda su historia.

Todas las actividades agropecuarias y artesanales de los mixtecos son poco redituables. La precaria situación económica de la región, la erosión de sus tierras, el subdesarrollo, la ausencia de servicios básicos en los poblados, la violencia social, así como la falta de fuentes de trabajo, obligaron a los mixtecos a buscar mejores alternativas y oportunidades fuera de su hábitat ancestral. En la actualidad, la Mixteca es una de las mayores zonas de expulsión laboral del país. Los migrantes mixtecos se trasladan a Veracruz y Morelos para trabajar la zafra en los ingenios; a las grandes plantaciones de Sonora para pizcar algodón; a los valles de Sinaloa y California para cosechar jitomate; al Distrito Federal para trabajar en la construcción; a Estados Unidos para emplearse en los campos agrícolas, las fábricas y los restaurantes y, últimamente, los migrantes llegan hasta Canadá.

IV.6 Acta de Asamblea General de la Comunidad indígena

La Asamblea funge como la máxima autoridad para la toma de decisiones en las comunidades indígenas; por lo tanto, dicho documento es emitido únicamente por sus representantes.

Para el caso de este estudio, la Asamblea fue convocada el día 28 de marzo de 2026 por el presidente Municipal. Al tratarse de un solo núcleo agrario y en concordancia con los usos y costumbres, el presidente Municipal comunica a los agentes la fecha de la sesión, y estos, a su vez, convocan a los habitantes de sus respectivas agencias y colonias.

Durante la Asamblea, el presidente Municipal y el Comisariado de Bienes Comunales ofrecen las palabras de introducción. Tras realizar el pase de lista de los agentes presentes, se les informa sobre las actividades proyectadas. Al ser ellos mismos quienes solicitaron la modernización del camino, comparecen ante el fórum presente para confirmar su acuerdo y manifestar que conocen las implicaciones de dichas actividades. Cabe señalar que, previo a esto, se informa al quórum sobre los alcances del proyecto, obteniendo la anuencia unánime para la realización de las obras

ANEXO FOTOGRÁFICO DE LA GESTIÓN PARA LA ANUENCIA DE LA CONSULTA INDÍGENA




29.03.2026


29.03.2026


29.03.2026


29.03.2026


29.03.2026

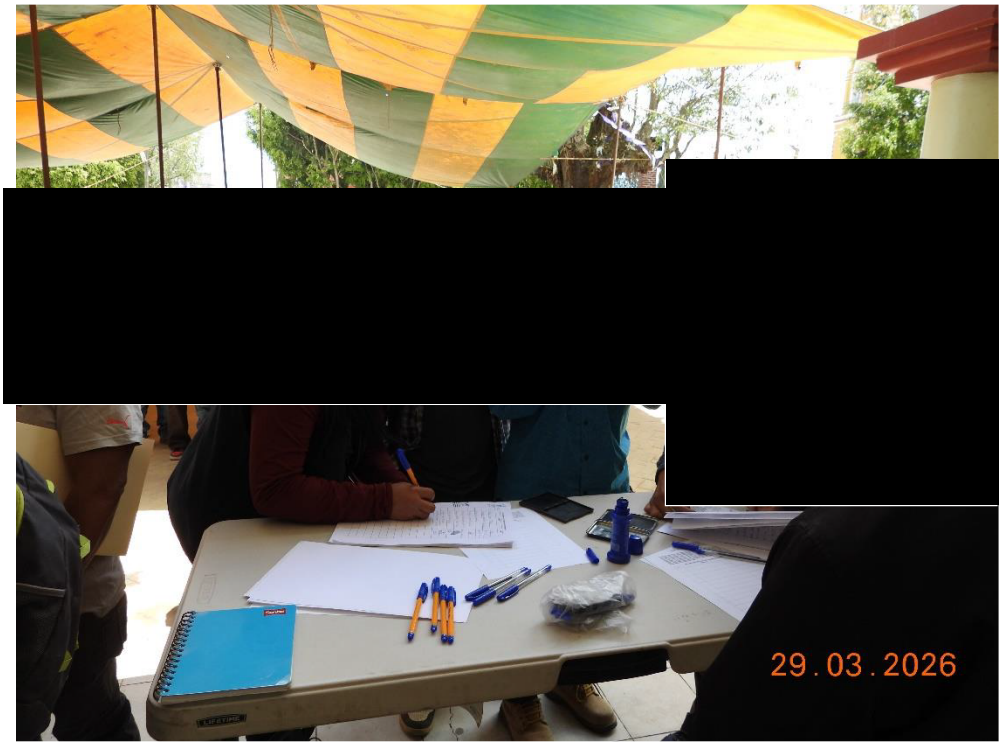

29.03.2026

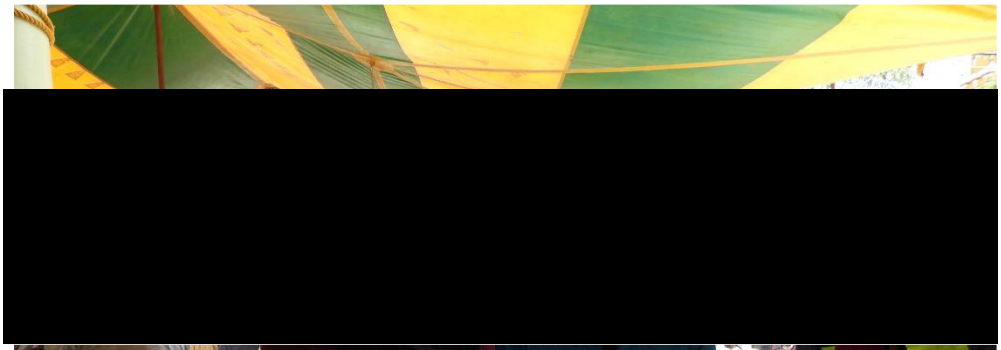


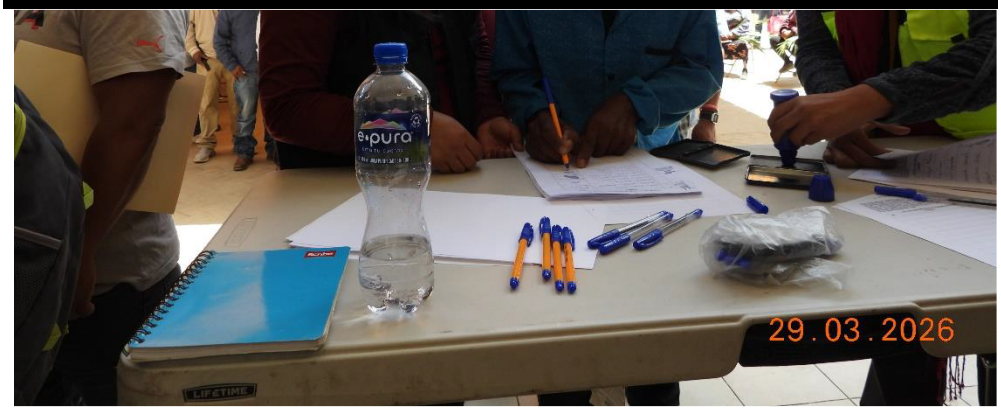
[redacted]

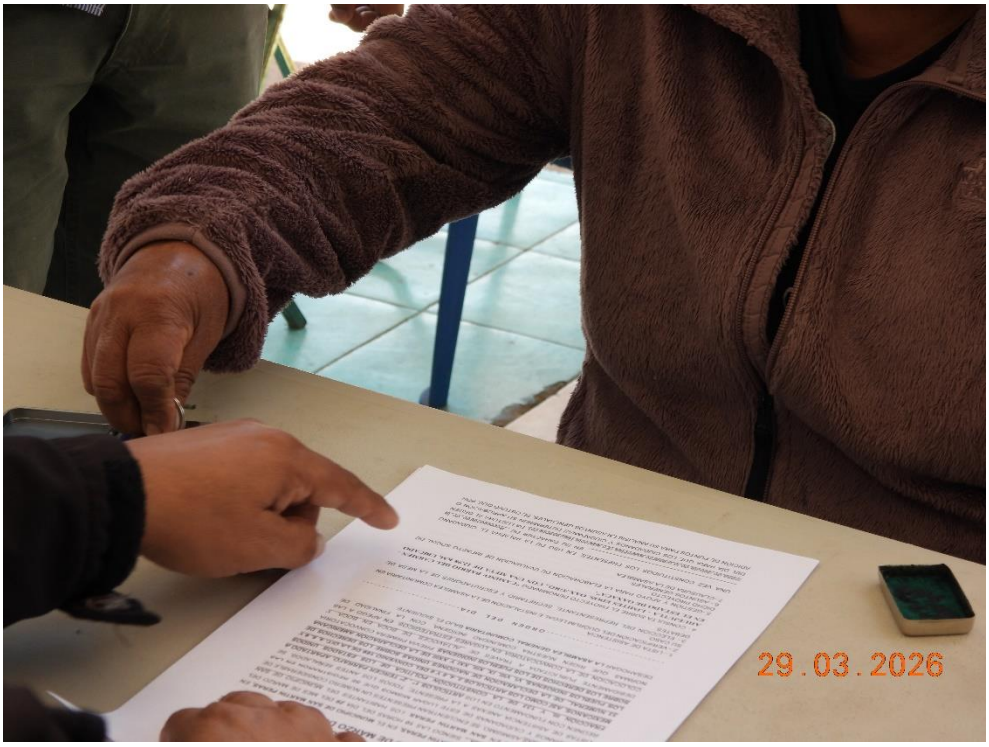


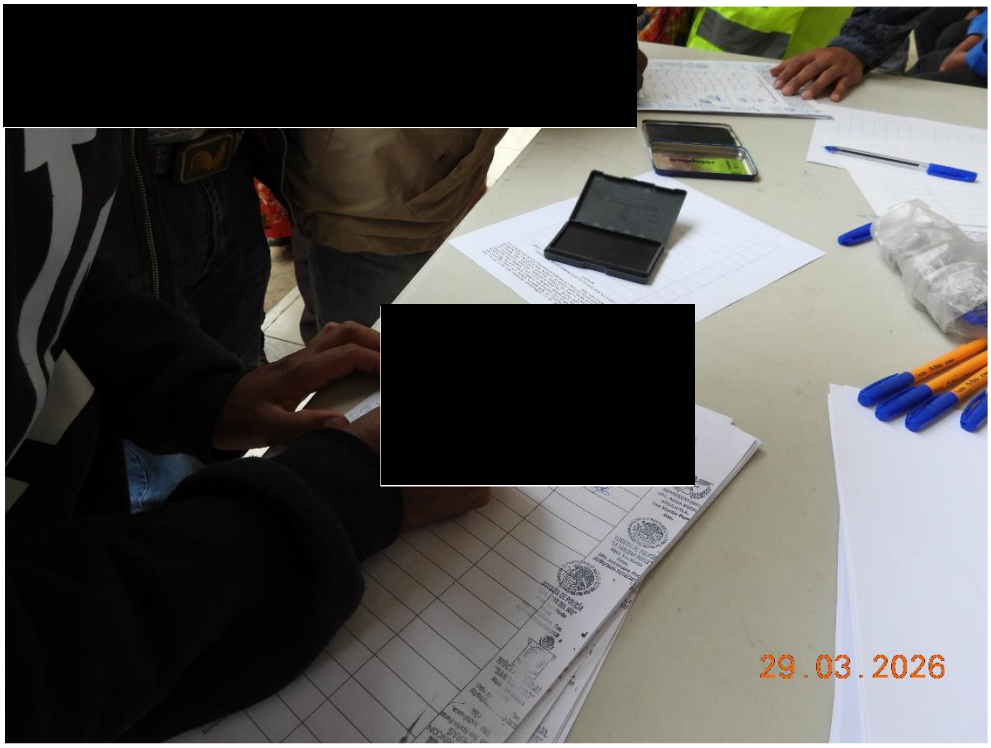

29.03.2026

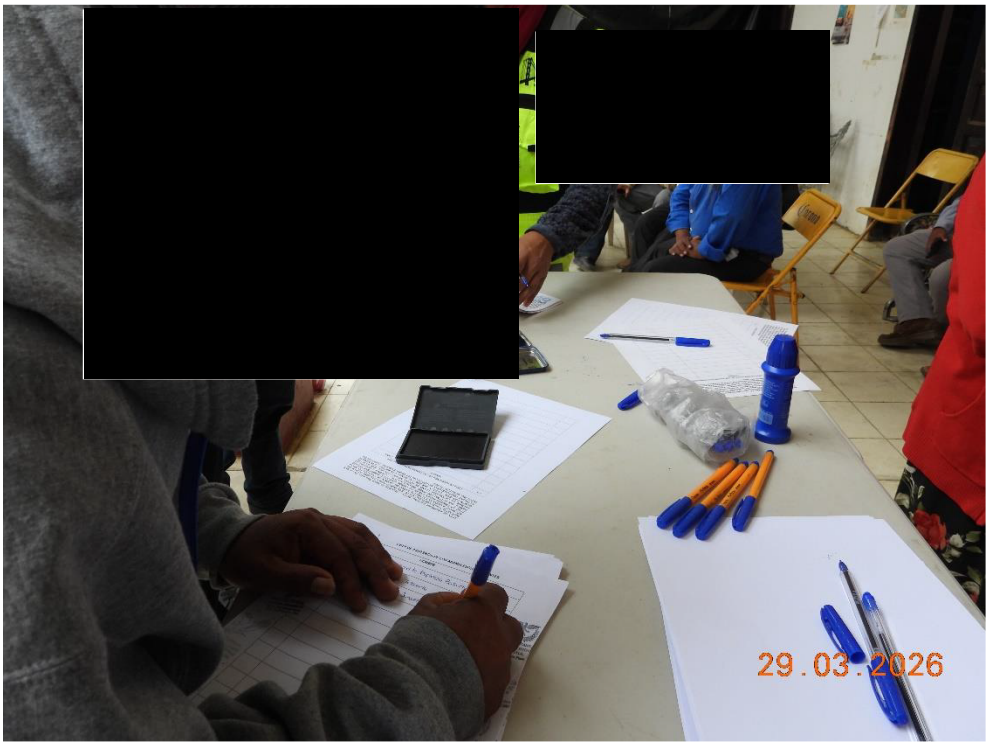

29.03.2026




29.03.2026


29.03.2026


29.03.2026


29.03.2026

V. Identificación de los impactos sociales, su caracterización y medidas de mitigación propuestas para su atención

Los Principios internacionales de la evaluación del impacto social definen a la evaluación de impacto social (EIS) como “los procesos de análisis, monitoreo y gestión de las consecuencias sociales voluntarias e involuntarias de intervenciones planeadas (políticas, programas, planes, proyectos) y todo proceso de cambio social invocado por dichas intervenciones”.

Los impactos sociales son cambios en uno o más de los siguientes ámbitos:

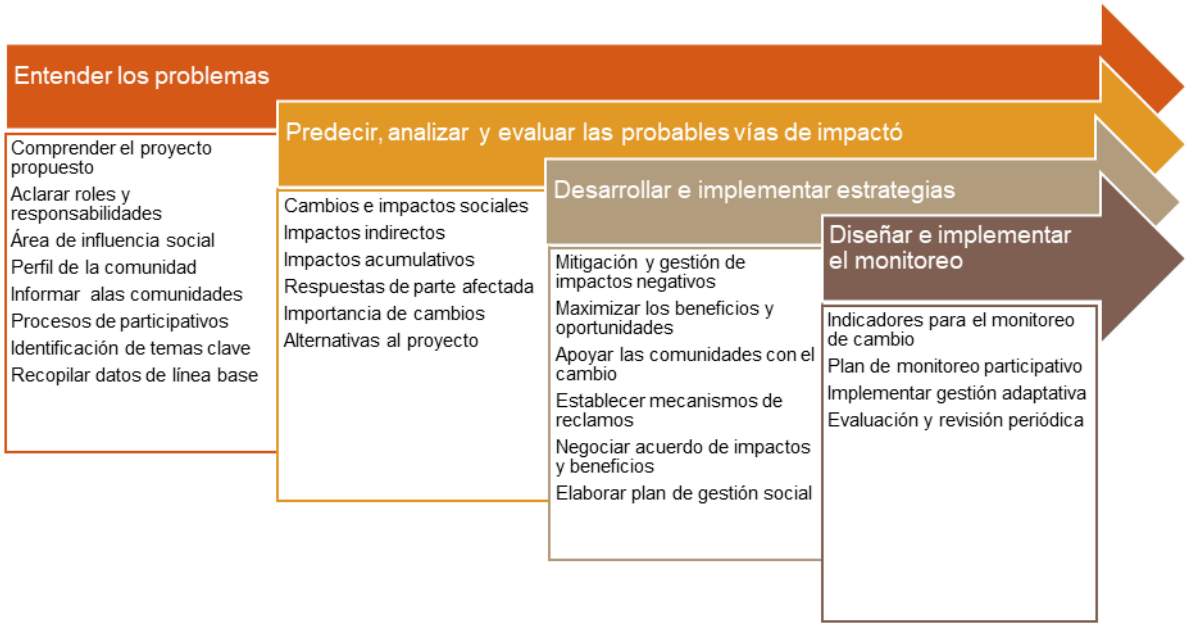
- La forma de vida de las personas; es decir, cómo viven, trabajan, juegan e interactúan unas con otras en el quehacer cotidiano.
- Su cultura; esto es, sus creencias, costumbres, valores e idioma o dialecto.
- Su comunidad; su cohesión, estabilidad, carácter, servicios e instalaciones.
- Sus sistemas políticos; el grado al que las personas pueden participar en las decisiones que afectan sus vidas, el nivel de democratización que está teniendo lugar y los recursos suministrados para ese fin.
- Su entorno; la calidad del aire y el agua que utiliza la población, la disponibilidad y calidad de los alimentos, que consume, el nivel de peligro o riesgo, polvo y ruido al que está expuesta, la idoneidad del saneamiento su seguridad física y su acceso a y control sobre los recursos.
- Su salud y bienestar; la salud es un estado de bienestar total desde el punto de vista físico, mental, social y espiritual, y no solamente la ausencia de enfermedad.
- Sus derechos tanto personales como a la propiedad; especialmente si las personas se ven económicamente afectadas o si sufren desventajas personales que pueden incluir la violación de sus libertades civiles;
- Sus temores y aspiraciones; sus percepciones acerca de su propia seguridad, sus temores acerca del futuro de su comunidad y sus aspiraciones tanto en lo que respecta a su propio futuro como al de sus hijos.

El análisis se realizó a partir de la revisión de la información técnica del proyecto, así como datos recabados de fuentes documentales y estadísticas, así como la concertación social que se llevó a cabo a través de los 18 Municipios (17 de ellos considerados como municipios indígenas) por los cuáles atraviesa el proyecto.

V.1 Metodología para identificar los impactos sociales.

A través de la recolección y análisis de datos, la EIS es un proceso de aprendizaje y en consecuencia las suposiciones iniciales y entendimientos preliminares podrán modificarse a la luz de nueva información, por lo que debe ser un proceso iterativo de validación y actualización informada a través de un proceso continuo de consulta con los proponentes del proyecto y otros actores, especialmente las comunidades afectadas,

Cuadro 37. Etapas de la Evaluación del Impacto Social.



V.1.1 Entender el problema.

Perfil de Comunidad.

- Se recomienda preparar un perfil de Comunidad que incluya: análisis de los Actores Interesados; discusión del entorno sociopolítico; evaluación de necesidades, intereses, valores y aspiraciones de los diferentes grupos que componen las comunidades afectadas; e identificar a los grupos vulnerables.
- Caracterizar a los pueblos y comunidades indígenas que se ubiquen en el Área de Influencia del proyecto.
- También, es importante considerar de manera específica las cuestiones de género

Línea Base y Trazabilidad de los Impactos

- Se sugiere establecer una Línea Base y recopilar información relevante para identificar el valor inicial de los parámetros de monitoreo periódico que se utilicen para el monitoreo periódico. Una justificación para los mismos es recomendable.
- Los valores iniciales de Línea Base pueden medirse o estimarse, y deben sustentarse en metodologías cuantitativas y cualitativas y, para éstas últimas podrán considerarse los grupos focales, ejercicios participativos, entrevistas semiestructuradas y/o cualquier otra técnica participativa.

- Es de fundamental importancia generar y aportar sustento documental y asegurar la trazabilidad de los impactos.

Participación de la Comunidad

- Se sugiere el diseño de procesos de participación y espacios de deliberación para apoyar a los miembros de la comunidad a, entre otras cosas: entender cómo serán impactados, cuál será la aceptabilidad de los posibles impactos y los beneficios propuestos; tomar decisiones informadas sobre el proyecto; contribuir con los planes de mitigación y monitoreo; prepararlos para el cambio; y su acceso a mecanismos de reclamación.
- Una participación comunitaria efectiva, basada en la divulgación de la información del proyecto y la consulta con las comunidades locales en los temas que las afectan directamente. Partir de la base del consentimiento libre, previo e informado.
- Es relevante dar a conocer y divulgar la información ambiental y social pertinente.

Mecanismos de Resolución.

- Plantear estrategias y acciones que fomenten un diálogo permanente entre el ejecutor del proyecto y la comunidad, como, por ejemplo, el establecimiento de un mecanismo de resolución de quejas, y un enlace comunitario.
- El mecanismo de resolución de quejas es un proceso formalmente establecido para hacer frente de manera oportuna a las quejas de personas, trabajadores, Comunidades, Actores Interesados, que están o sienten que están siendo afectados negativamente por las actividades del proyecto. El mismo debe ser accesible, propiamente comunicado y estar disponible para las Comunidades y Actores Interesados de acuerdo con su situación particular. También debe garantizarse que las quejas se reciban y manejen adecuadamente.

Mitigación

En caso de que se identifiquen Impactos Negativos se deben establecer Medidas de Mitigación orientadas a prevenir, evitar, atenuar, reparar y compensar cada uno de los mismos. Dichas medidas deben ser razonables de acuerdo con la magnitud del Impacto Negativo y congruentes para alcanzar el resultado deseado. Las Medidas de Mitigación pueden ser previas, simultáneas o posteriores a la ejecución del Proyecto. En la determinación de las Medidas de Mitigación deben preferirse las medidas de mitigación de acuerdo con la siguiente jerarquía:

- Evitar en el origen
- Atenuar en el origen

- Atenuar en el sitio
- Atenuar en el punto de afectación
- Reparar
- Compensar en especie
- Compensar por otros medios.

Los detalles y responsables de la implementación de Medidas de Mitigación deben preverse en el Plan de Monitoreo de Impactos, el Solicitante debe tomar en cuenta los recursos necesarios para su implementación.

Aspectos Sociales Por Considerar.

- Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación: Evitar o minimizar los impactos adversos (contaminación) sobre la salud humana y el medio ambiente. Al mismo tiempo, promover un uso más sostenible de los recursos y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el proyecto.
- Trabajo: Promover el trato justo, la no discriminación y la igualdad de oportunidades de los trabajadores; condiciones de trabajo seguras y saludables; prevenir el uso del trabajo forzoso. Proteger a los trabajadores, incluidas las categorías de trabajadores vulnerables. Salud y seguridad: Anticipar y evitar los impactos adversos para la salud y la seguridad de las comunidades afectadas durante el Proyecto.
- Reasentamiento: Evitar el desplazamiento o, cuando ello no resulte posible, reducirlo al mínimo mediante la exploración de diseños alternativos del Proyecto. Evitar el desalojo forzoso. Mejorar o restablecer los medios de subsistencia y los niveles de vida de las personas desplazadas.
- Gestión de los recursos naturales y biodiversidad: Proteger y conservar la biodiversidad. Mantener los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos.
- Pueblos indígenas: Garantizar que el proceso de desarrollo fomente el pleno respeto a los derechos humanos, dignidad, aspiraciones, cultura y medios de subsistencia dependientes de los recursos naturales de los pueblos indígenas.
- Patrimonio Cultural: Proteger el patrimonio cultural de los impactos adversos de las actividades del proyecto y apoyar su conservación. Fomentar una distribución equitativa de los beneficios derivados del uso del patrimonio cultural.

V.1.2 Predecir, analizar y evaluar las probables vías de impacto.

- Por medio del análisis, determinar los cambios e impactos sociales que probablemente ocasione el proyecto y sus diversas alternativas.
- Considerar minuciosamente los impactos indirectos.

- Examinar de qué manera el proyecto contribuirá a los impactos acumulativos que padecen las comunidades afectadas.
- Determinar cómo los grupos afectados podrían responder a los impactos
- Establecer la importancia de los cambios pronosticados (es decir priorizarlos).
- Contribuir activamente al diseño y a la evaluación de alternativas de proyecto, incluso la de no continuar.

V.1.3 Desarrollar e implementar estrategias.

- Identificar maneras de tratar los impactos negativos potenciales (utilizando la jerarquía de mitigación).
- Desarrollar e implementar maneras de maximizar los beneficios y las oportunidades relacionadas con el proyecto.
- Desarrollar estrategias para apoyar a las comunidades a hacer frente al cambio.
- Desarrollar e implementar mecanismos adecuados de reclamos y de intercambio de información.
- Facilitar un proceso de creación de acuerdos entre las comunidades y el promotor del proyecto que lleve a la redacción de un Acuerdo de Impactos y Beneficios (AIB).
- Ayudar al proponente a facilitar el aporte de información de las partes interesadas y a redactar un Plan de Gestión de Impacto Social (PGIS) que ponga en práctica los beneficios, medidas de mitigación, sistemas de monitoreo y mecanismos de gobernanza que hayan sido convenidos en el Acuerdo de Impactos y Beneficios (AIB), como asimismo planes para tratar aquellas cuestiones no previstas que pudieran surgir.
- Implementar procesos que permitan a los proponentes, a las autoridades gubernamentales y a las partes interesadas de la sociedad civil poner en práctica los mecanismos incorporados en el Plan de Gestión de Impacto Social (PGIS) y los Acuerdos de Impactos y Beneficios (AIB), y desarrollar e integrar sus respectivos planes de acción de gestión en sus propias organizaciones, establecer los respectivos roles y responsabilidades mediante la implementación de esos planes de acción, y mantener un rol permanente en el monitoreo.
- Ayudar al proponente a desarrollar e implementar planes de desempeño social permanentes que traten de las obligaciones de las contratistas incorporadas en el PGIS.

V.1.4 Diseñar e Implementar el Plan de Monitoreo.

- En el Plan de Monitoreo de Impactos Sociales el Solicitante deberá:
- Establecer los objetivos del Plan de Monitoreo de Impactos Sociales.

- Describir la estructura y responsabilidades para el seguimiento de la implementación de Medidas de Mitigación y Monitoreo de Impactos Sociales.
- Seleccionar y describir uno o más parámetros de seguimiento periódico para cada Impacto Negativo y Co-beneficio .
- Describir la manera en la que se manejará la información
- Describir la forma en la se realizará el control y aseguramiento de calidad de los datos.
- Desarrollar indicadores para efectuar un monitoreo de los cambios en el tiempo.
- Desarrollar un plan de monitoreo participativo.
- Examinar de qué manera se implementará la gestión adaptativa y analizar la implementación de un sistema de gestión social.
- Realizar una evaluación y una revisión periódica (auditoría).

V.2 Estudios previos

V.2.1 Consulta para la Identificación de Comunidades Afrodescendientes de México

El diseño metodológico e implementación de la Consulta para la Identificación de Comunidades Afrodescendientes de México se basó en los mecanismos establecidos en el Sistema de Consulta Indígena (SCI) de la CDI, el cual define a la consulta como un conjunto de procedimientos y acciones que permiten conocer, promover, enriquecer, registrar, sistematizar y reintegrar las opiniones, sugerencias, recomendaciones y decisiones emitidas por los pueblos y comunidades indígenas acerca de diversas temáticas que les conciernen.

A continuación, se exponen de forma sintética los procedimientos metodológicos que se establecieron a fin de llevar a cabo esta Consulta.

Cuadro 38. Procedimientos metodológicos de la Consulta a Pueblos Afrodescendientes



Al respecto del instrumento de Consulta se desarrolló con la intención de identificar a través de la indagación en una serie de variables e indicadores hasta qué punto las colectividades afrodescendientes consultadas cumplen los criterios jurídicos que permiten su identificación como entidades colectivas titulares de derechos y competencias establecidos en el artículo 2 de la Constitución.

Cuadro 39. Descripción de elementos definitorios de la organización colectiva

Unidad	Desarrollo
Social	Demografía: refiere el entramado de personas, hogares y grupos de personas que establecen y mantienen relaciones de diversos tipos, constituyendo una red de relaciones estable y reconocible, que puede ser diferenciada de otras —contiguas u ocasionales. Estas relaciones se expresan regularmente bajo formas institucionalizadas como el parentesco (real y simbólico), los grupos de sexo y edad, organizaciones funcionales, el vecindario, etc. La comunidad puede ser entonces comprendida como una unidad social.

Unidad	Desarrollo
Económica	Se refiere las formas de articulación de las unidades productivas familiares en diversos aspectos, como los arreglos relativos al aprovechamiento de los recursos (principalmente la tierra, el agua y los bosques), los arreglos técnicos y económicos relacionados con la gestión de la producción y los arreglos sobre la prestación e intercambio de trabajo. La comunidad puede ser entonces comprendida como una unidad económica.
Cultural	Identidad: refiere las relaciones que se establecen sobre prácticas culturales comunes, como la memoria sobre la historia larga y la historia cercana, la ritualidad y la fiesta ligadas a la religiosidad y otras que dotan al entramado social de un sentido de colectividad que la distingue de otras colectividades. La comunidad puede ser entonces comprendida como una unidad cultura
Asentamiento de un territorio identificable	Territorialidad: refiere las relaciones implicadas en el amplio conjunto de asuntos que tienen lugar en el entorno físico en el cual vive una colectividad, como la ocupación del espacio para varios fines (el asentamiento, por ejemplo), la obtención de bienes necesarios para asegurar su vida material, la materialización de la ritualidad, el ejercicio de la autoridad y en general el aseguramiento de su reproducción social y cultural. Esta visión de territorio supera la ficción jurídica de propiedad y le atribuye la cualidad de plataforma de oportunidades, espacio de expresión cultural y de organización comunitaria. De todas maneras sus expresiones más visibles son los regímenes de propiedad y de división político - administrativa. La comunidad puede ser entonces comprendida como una unidad asentada en un territorio
Reconocimiento de autoridades propias	Autoridad: refiere la organización de las relaciones de poder y de prestigio y a la estructura que las organiza. El reconocimiento de autoridades propias implica además la aceptación de un cuerpo – difuso – de maneras de proceder en la regulación de estas relaciones y de resolución de los conflictos que pudieran ocurrir al interior de estas. La comunidad puede ser entonces comprendida como una unidad que reconoce autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres
Pertenencia social	Adscripción: refiere el conjunto de relaciones de carácter simbólico por las cuales una colectividad se comprende a sí misma como una unidad social, económica y cultural y se atribuye, a sí misma y a sus miembros, rasgos de distintividad. Uno de estos rasgos es la conciencia de pertenencia a un pueblo determinado.
Relaciones con actores externos	Articulación: refiere las relaciones que se establecen entre la comunidad y otras entidades sociales y políticas del entorno, como otras comunidades, los municipios y sus agencias, las instituciones públicas federales y estatales, las empresas y las organizaciones civiles de promoción. Interesa el examen de estas relaciones en tanto dan cuenta de la asignación del estatuto de comunidad desde actores externos.

V.2.1.1 Implementación de la consulta

Una vez puesto en marcha el Comité Técnico, se desarrollaron las condiciones de implementación de la Consulta, para ello se realizó trabajo de documentación bibliográfica y etnográfica que permitió la inferencia de localidades en donde llevar a cabo el proceso de Consulta

Implementación de la primera fase de la consulta

La Primera Fase de la Consulta para la identificación de Comunidades Afrodescendientes de México se llevó a cabo en dos etapas: informativa y consultiva. La etapa informativa se implementó a través de foros informativos con el objetivo de informar de manera oportuna y veraz a la población que sería consultada sobre los objetivos y alcances de identificar a su comunidad, a través de un proceso de consulta. Esta actividad adoptó distintas modalidades de acuerdo con las condiciones de cada una las entidades en las que se implementó el proceso de Consulta. En todos los casos se convocó a los habitantes de las localidades y a través de una presentación realizada por el equipo encargado de facilitar el foro; se les informó de las características generales del proceso de Consulta, se explicó exhaustivamente las modalidades de su participación, el tipo de actividades que supone el proceso de Consulta y sobre todo, se abordó la importancia que tiene la identificación de comunidades como un primer paso en el reconocimiento jurídico de éstas.

Implementación de la segunda fase de la consulta

Durante las sesiones de trabajo del “Comité Técnico para la Consulta de Identificación de Comunidades Afrodescendientes de México” llevadas a cabo durante la preparación y seguimiento de la primera fase de la consulta, se recibieron sugerencias acerca de la necesidad de incluir en el procedimiento una campaña de sensibilización previa a los foros informativos y a la realización de los talleres de consulta. Por lo que se realizó en tres etapas:

a) Etapa de diagnóstico y capacitación de promotores y personal de CDI El proceso de consulta de la segunda fase contará con el apoyo de promotores locales quienes participarán en la etapa informativa (campaña de sensibilización, la difusión de la consulta y foros informativos) y en la etapa consultiva

b) Etapa informativa: campaña de sensibilización y foro informativo Su objetivo fue detonar, a nivel comunitario, un proceso de reflexión y sensibilización acerca de la importancia de visibilizar y fortalecer en las regiones y localidades elegidas previamente el sentido de comunidad, favorecer la reificación de las identidades afrodescendientes y procurar favorecer procesos de auto adscripción identitaria.

c) Etapa consultiva La realización del conjunto de actividades de sensibilización permitió generar una serie de insumos informativos a partir de los cuales se elaboraron las cédulas informativas.

V.3 Proceso de socialización y de gestión social con las comunidades vinculadas con el proyecto

El proceso de socialización comienzo durante los trabajos de la elaboración de la Manifestación de impacto ambiental.

En este caso se realiza un acercamiento a las autoridades locales o de la comunidad a fin de dar aviso de la presencia de una brigada, y se mencionan las actividades que se realizaran.

Al tratarse de la modernización de un camino que permite la comunicación vial entre una o más localidades, colonias o casas, se percibe el proyecto con una connotación positiva.

Así se empieza a dar el proceso de socialización, el cual es continuo, interactivo. Manteniendo informadas a las autoridades locales o los dueños de los terrenos donde se realizaron las obras de modernización, así las personas se van enterando de apoco de las actividades de la brigada

V.4 Estudios sociales para la integración de la MIA-R

En este sentido en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, en primera instancia el capítulo 1 y 3 se describen las características físicas reales (actuales) con trabajo de campo y cartografía obtenida de distintas fuentes.

Así mismo para la conformación del capítulo 4 en un apartado específico se describe el medio socioeconómico del municipio y de haber información existente se describen las características generales de la localidad, es en ese mismo apartado que se menciona la existencia o no de pueblos indígenas.

Cabe mencionar que la justificación y objetivo de la modernización del camino presenta en la manifestación de impacto ambiental el fundamento en la mejora de la calidad de vida y en permitir la inserción del municipio o localidad a ampliar también sus actividades productivas y permitir el libre tránsito de bienes y servicios.

V.5 Consulta a la población Indígena vinculada

La Consulta Indígena tiene como objeto establecer los principios, bases y procedimientos para garantizar el derecho a la consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, en conjunto con el Estado mexicano y la normatividad correspondiente.

V.5.1 Objeto de la Consulta

De acuerdo con la normatividad internacional y del Estado mexicano, el objeto de la consulta indígena es el establecimiento de un dialogo intercultural, con la finalidad de llegar a acuerdos que permitan realizar el proyecto denominado Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

V.5.2 Materia de la Consulta.

a. Será materia de la consulta:

Los impactos generados a los pueblos indígenas por las características de la obra, de manera directa e indirecta, así como las medidas de mitigación correspondientes.

b. Tipo de proyecto:

El proyecto consta de la modernización de un camino de terracería a uno asfaltado con un ancho de corona de 7m

c. Promovente del Proyecto:

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

d. Ubicación del Proyecto:

El proyecto se ubica sobre el Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de inicio y de término del tramo carretero que comprende este proyecto.

Cuadro 40. Coordenadas de inicio y fin del proyecto.

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	30+000	42+940	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Ramal	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

V.5.3 Sujetos.

En el siguiente cuadro se presentan a los sujetos supuestos para la realización de la Consulta.

Cuadro 41. Sujetos de la Consulta.

Sujetos	
Autoridades Responsables	Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Secretaría de las Infraestructuras, presidente Municipal, Autoridades locales (bienes comunales y Comité de obras)
Sujetos de consulta	Las comunidades indígenas ubicadas en el área de influencia del trazo.
Órgano Técnico Asesor	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, quien brindará asesoría, asistencia técnica y metodológica para el proceso de Consulta.
Órgano Garante	Secretaría de Gobernación a través de la Subsecretaría de Derechos Humanos, Población y Migración.
Comité técnico Interinstitucional	Se conformará un Comité Técnico Interinstitucional integrado por represented de las instancias de los distintos niveles de gobierno que, por razón de su competencia legal, atienden a los pueblos y comunidades indígenas, así como los ámbitos de riesgo relacionados con el proyecto. Comisión Nacional del Agua Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Procuraduría Agraria Registro Agrario Nacional
Observadores	Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) Comisión Estatal de Derechos Humanos Asociaciones de la sociedad civil Grupos académicos

V.5.4 Identificación de Actores locales.

- Gobiernos tradicionales,
- Organizaciones de base comunitaria y de productores locales,
- Organizaciones de la sociedad civil que acompañan a las comunidades locales,
- Otros actores relevantes.

Como parte de la voluntad de realizar la Consulta Indígena se tuvo acercamiento con el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, así como con la Secretaría de Pueblos Indígenas y Afromexicanos del estado de Guerrero, a fin de que den la pauta para iniciar la Consulta Libre e Informada ante los pueblos indígenas entorno al Proyecto.

V.5.5 Procedimiento de la Consulta

En México, de acuerdo con el *PROTOCOLO DE LA CONSULTA LIBRE, PREVIA E INFORMADA PARA EL PROCESO DE REFORMA CONSTITUCIONAL Y LEGAL SOBRE DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y AFROMEXICANO* establece 5 etapas principales durante el proceso de la consulta, las cuales se muestran a continuación:

Cuadro 42. Etapas de la Consulta.

Etapas	Descripción
Acuerdos previos	En esta etapa, las Autoridades Responsables adoptarán los acuerdos procedimentales que correspondan para el desahogo del proceso de consulta. Se establecerá el contacto con las comunidades que se verán afectadas por el proyecto, con la finalidad de establecer el objetivo y términos de esta, así como el medio a través del cual se le dará difusión al proyecto, reuniones que deberán llevarse a cabo y la sede en dónde tendrán lugar.
Informativa	En esta etapa se hace entrega de la información relacionada con el proyecto de ley, la medida, autorización, concesión, permiso o actividad, así como con los posibles impactos ambientales, sociales, económicos y culturales derivados, ésta debe ser generada de forma tal que la comunidad o pueblo indígena tenga pleno conocimiento de los datos necesarios del proyecto que puede producir afectaciones a su vida.
Deliberativa	Es el proceso de discusión interno de la comunidad o pueblo indígena, sin la intervención de las autoridades del Estado mexicano o personas ajenas a las comunidades. En esta etapa, son los miembros de la propia comunidad afectada los que deben analizar la información proporcionada y, con base en ella, entablar diálogos y ejercicios participativos que permitan llegar a una decisión conjunta sobre sus posiciones con relación al objeto de la consulta.
Consultiva	Ésta es la etapa en la que se llega a una conclusión y en la que debe constar de manera clara y sin vicios el consentimiento expreso (o en su caso la negativa) al proyecto. En esta etapa las autoridades deben buscar la realización de acuerdos específicos con las comunidades y pueblos indígenas sobre el proyecto a través de propuestas, cambios y modificaciones a la propuesta original, e incluso no realizar el proyecto cuando la comunidad no haya dado su conocimiento, especialmente cuando la obtención de éste sea un requisito obligatorio. Asimismo, los pueblos indígenas y las autoridades deben acordar el mecanismo o medidas para el proceso de seguimiento de acuerdos, para lo cual se deben respetar en todo momento la forma y los tiempos en que las comunidades toman decisiones.
De seguimiento y verificación	Las comunidades asignarán una comisión de seguimiento y verificación conformada por los representantes de las comunidades afectadas, para el debido cumplimiento de los acuerdos que se hayan establecido.

V.5.6 Programa de actividades

El programa de actividades, en caso de realizarse la Consulta a los Pueblos Indígenas de las localidades que dictamine el INPI, sobre la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca será el siguiente, contemplando un día para la visita a cada localidad.

Cuadro 43. Diagrama de Gantt para la realización de la Consulta a Pueblos Indígenas

Actividades	30 minutos	De 25 a 40 minutos	30 minutos	60 a 90 minutos	30 minutos	30 minutos
Presentación						
Información a los consultados acerca del proyecto						
De liberación de los pueblos en el que analizan la información aportada						
Dialogo para llegar a acuerdos						
Agradecimiento a los asistentes						
Registro de los asistentes						
Toma de evidencia del proceso de consulta (fotografías)						

V.6 Caracterización de los impactos sociales para la zona del proyecto

De acuerdo con el análisis de la información disponible en el Capítulo anterior, se determinó que existe una localidad con población indígena cercana al proyecto, por lo que, en el siguiente capítulo se prosigue al análisis de los impactos que se podrían generar hacia la población circundante a la vialidad a modernizar.

El proyecto implicará la generación de diversos impactos ambientales en el sitio, por lo que el principal objetivo de este apartado es la identificación y valoración de estos, principalmente al componente social, así como el efecto general en el área circundante.

Por lo tanto, los impactos que se trataran en el presente apartado son los ocasionados por la actividad humana, específicamente a los generados a partir del desarrollo del proyecto planteado. Para lograr tal cometido, la identificación de los impactos debe considerar la

interacción entre las actividades contempladas durante el desarrollo del proyecto y los componentes sociales donde se desarrollará, para tal efecto, debe partir de las características actuales de los diferentes componentes sociales, así como las tendencias en los procesos que se suceden, como las tendencias de crecimiento demográfico, las actividades económicas y el proceso de urbanización.

Para poder evaluar las diferentes dimensiones que componen el factor social circundante al proyecto propuesto, la metodología empleada en el presente apartado busca identificar los impactos sociales potenciales de dicha interacción de forma clara y concisa, abarcando el proceso en general, mismo que se desglosan a continuación.

El proceso metodológico empleado considera como punto de partida el análisis del proyecto y su influencia en el área donde se desarrollará. Por lo que, en este caso se contempla de manera general la meta del Proyecto. De manera explícita, en el siguiente cuadro se describe la acción potencial de causar impactos significativos en la zona.

Cuadro 44. Actividad con potencial de generar impactos sociales

Actividad
Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

V.6.1 Identificación de los componentes sociales

Para la identificación de los parámetros sociales se consideró las actividades que, de acuerdo con la Corte Interamericana de Derechos Humanos, provocan un impacto significativo a los Pueblos Indígenas, definiendo los componentes y subcomponentes susceptibles de sufrir algún cambio debido a las actividades del proyecto. La lista de componentes sociales se muestra en siguiente cuadro.

Cuadro 45. Actividad con potencial de generar impactos sociales

Componente	Subcomponente
Territorio	Perdida de territorio y tierra tradicional
	Desalojo
Población	Migración
	Posible reasentamiento
Ambiente	Destrucción y contaminación del ambiente tradicional
Social	Agotamiento de recursos necesarios para subsistencia física y cultural
	Desorganización social comunitaria
	Abuso y violencia

Componente	Subcomponente
Salud	Actividades negativas sanitarias y nutricionales de larga duración

V.6.2 Construcción de la matriz de interacción

La identificación de los impactos sociales se realizó mediante una matriz de interacción, la cual, permite identificar los impactos potenciales, al realizarse un cruce de opciones entre cada componente y las actividades consideradas con potencial para generar un impacto. En el siguiente cuadro se presenta la matriz de interacción para este estudio.

Cuadro 46. Matriz de interacción de los impactos sociales

Componente	Subcomponente	Nivel de impacto
Territorio	Perdida de territorio y tierra tradicional	POSIBLE IMPACTO LEVE. Ya que se requiere ocupar superficie nueva para corrección de curvas, que posiblemente involucre terrenos de propiedad de población indígena.
	Desalojo	NO CAUSARÁ IMPACTO
Población	Migración	NO CAUSARÁ IMPACTO
	Posible reasentamiento	NO CAUSARÁ IMPACTO
Ambiente	Destrucción y contaminación del ambiente tradicional	NO CAUSARÁ IMPACTO
Social	Agotamiento de recursos necesarios para subsistencia física y cultural	NO CAUSARÁ IMPACTO
	Desorganización social comunitaria	NO CAUSARÁ IMPACTO
	Abuso y violencia	NO CAUSARÁ IMPACTO
Salud	Actividades negativas sanitarias y nutricionales de larga duración	NO CAUSARÁ IMPACTO

De acuerdo con el cuadro anterior, el proyecto podría causar un impacto leve en cuanto a la ocupación de tierras pertenecientes a población indígena. A continuación, se explica los componentes de la matriz de interacción.

Territorio

El Derecho de Vía (DDV) del proyecto consta de 10.64 ha, de las cuales 2.65 ha (24.99%) sufrirán una afectación directa por las obras, mientras que 7.981 ha (75.01%) quedarán sin afectación. Debido a que el nuevo trazo vial podría incidir sobre terrenos de propiedad de comunidades originarias, se determina la necesidad de reunir a la población indígena de la zona de influencia para informarles detalladamente sobre las actividades de la obra y llevar

a cabo un proceso de consulta formal para recabar su opinión y consentimiento sobre la ejecución del proyecto.

Población

Algunas de las actividades requeridas por el proyecto pueden ser desempeñadas por la población local, en tareas como albañilería (construcción de cunetas, bordillos, pintura,) servicios de alimentos, entre otros. Asimismo, para el desarrollo de las actividades de rescate y reubicación de fauna se requerirá de mano de obra local que esté familiarizada con las especies a rescatar y su manejo.

Mencionado lo anterior se puede identificar que no se dará un movimiento de migración fuera de las localidades, por lo que no disminuirá la población y por ende el potencial productivo de las localidades no se verá disminuida

Así mismo, se aclara que no será llevará a cabo reasentamientos, toda vez que se aprovechará la superficie del camino actual y en operación, y aunque se sumarán superficies nuevas estas corresponden a una aptitud forestal, principalmente de vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino.

Ambiente

El retiro de individuos arbóreos de la zona del proyecto se limitará a los polígonos de vegetación forestal previa autorización de SEMARNAT, y la Consulta de los pueblos indígenas. Asimismo, el Proyecto contempla, el rescate de individuos de especies vulnerables de flora y fauna, prestando especial atención en aquellas especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta acción permitirá que la abundancia de flora y fauna en la zona se conserve, ya que se reubicaran en inmediaciones de la zona de trabajo

No obstante, el retiro de la cubierta vegetal que no sea aprovechado por los habitantes locales será considerado como desecho, mismos que se retirarán del sitio y se dispondrán adecuadamente con el fin de evitar que su presencia atraiga a fauna nociva o acarre plagas a la vegetación restante o cultivos. Por tanto, NO se prevé la destrucción y contaminación del ambiente tradicional.

Aunado a lo anterior, el empleo de las obras de drenaje como pasos de fauna, así como la continuidad en los procesos ecológicos de la zona permitirá de forma indirecta el mantenimiento de la biodiversidad existente.

Social

Con la operación del proyecto se prevé una mejora significativa a la accesibilidad en la zona, comunicando y beneficiando de manera directa a las localidades de Ahuejutla, Bajada Del Río, Barrio Del Carmen, Barrio San Antonio, Barrio San Antonio Los Pinos, Chiñón,

Colonia Alvarado, Colonia Guadalupe, El Cazaguate, El Palmar, El Paredón, La Candelaria, La Trinidad Peras, Las Minas, Llano De Adobe, Melesio Sánchez, Mixteca Unida, San Isidro El Chiñón, San Isidro La Raya, San Jorge El Chiñón, San José, San Juan Del Río, San Marcos, San Marcos Natividad, San Martín Peras y Santa Cruz. Por lo tanto, NO existirá afectación en los recursos necesarios para la subsistencia física y cultural de la región, ni se promoverá la desorganización social, comunitaria o algún tipo de abuso y violencia. Por el contrario, el proyecto está obligado a brindar un trato de respeto e igualdad a los integrantes de los pueblos indígenas y a la población en general, reconociéndolos como personas libres e iguales en dignidad y derechos, sin distinción alguna y respetando íntegramente sus costumbres y tradiciones.

Salud

El proyecto no contempla actividades negativas sanitarias y/o nutricionales.

V.7 Impactos sobre las actividades productivas

Bajo los supuestos expresados en las secciones anteriores se identifica que el impacto a las actividades productivas, es decir, las operaciones vinculadas a los procesos de elaboración, producción y comercialización de bienes se identifica que el impacto es positivo, ya que la tratarse de la modernización de un camino existente y actualmente en uso, las etapas de preparación del sitio y construcción disminuirán el tránsito de bienes y servicios pero una vez entrada en operación el camino, este será más seguro y el tiempo de recorrido será menor por lo que la comercialización de bienes y servicios será más efectivo.

V.8 Impacto sobre el crecimiento demográfico de poblados cercanos al sitio del proyecto

De acuerdo con datos de INEGI en el DDV del proyecto (9.62 ha) el 90.49% corresponde a vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, mientras que el (1.012) 9.51% restante pertenece a bosque de pino-encino, sin embargo, derivado de los trabajos de campo realizados para la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se identifica que la superficie de ocupación actual corresponde al 23.65% con aptitud no forestal y solo el 1.35% de superficie es forestal de la superficie total del DDV del proyecto, por lo que no hay superficie ocupada por asentamientos humanos.

A razón de que se trata de una vialidad que pasa de terracería a asfalto, podría ser atrayente para que se establezcan cerca al DDV asentamientos humanos, sin embargo, el que se

establezcan estará a consideración de los dueños de dichos terrenos, por lo que el impacto del proyecto tendría una Relación Cause Efecto indirecto.

V.9 Usos y costumbres de la cultura indígena y su relación con la construcción del proyecto

Los usos y costumbres son sistemas normativos que han estado evolucionando junto con las comunidades desde tiempos precolombinos. Estos sistemas normativos internos, se conforman por toda forma de toma de decisiones instituida y practicada por los propios pueblos a fin de garantizar ellos mismos una convivencia comunitaria en paz, y también se refieres a la organización social, formas de vida, cosmovisiones, culturas y otras características socioculturales que los conforma como un pueblo o comunidad indígena.

En lo que respecta a la gestión del territorio para las localidades quien gerencia el territorio es el Comisariado Ejidal o de Bienes comunales, el cuales se encargan de ejecutar y a hacer cumplir los acuerdos tomados por la Asamblea, la cual cuenta con la presencia de todos los miembros de la comunidad, así como de la representación jurídica ante terceros. Cabe señalar que lo enunciado anteriormente tiene que ver más con la forma administrativa en la que se pretende reconocer y defender a los poseedores individuales y colectivos de terrenos de todo tipo, y que corresponde finalmente a Núcleos Agrarios.

En función de los descrito se identifica que la las localidades a ser intervenidas por el proyecto tienen gestión desde el Comisariado de Bienes Comunales, el cual se conforma acuerdo con lo que dicta los usos y costumbres de la comunidad, y es a quien se recurre en primer instancia para informar sobre el PROYECTO, en primera instancia SCT se acerca e informa sobre la posibilidad de pavimentar una vialidad, consecuentemente el equipo ambiental que realizara los trabajos de muestreo para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental queda a expensas de la decisión de la comunidad de si se les permite realizar dichas actividades.

En este sentido se da la información a la comunidad para que sea consultada previamente, libre, informada y de buena fe. Se les informa de la trayectoria del proyecto, los posibles terrenos que serán afectados en los que caso es que se requería la ampliación de la Vialidad.

Finalmente se evita vulnerar los derechos de dicho pueblo o comunidad indígena, se abre un canal de comunicación entre las autoridades y con la comunidad para informar y permitir que participan en la deliberación de la trayectoria del proyecto de modernización.

VI. Planes de Gestión Social

La Gestión social es el conjunto de acciones que se concretan con la participación de una población con el fin de mejorar sus condiciones de vida. Implica la instrumentación de mecanismos que promueven la inclusión social y la vinculación efectiva de la comunidad en los proyectos.

VI.1 Plan de comunicación social con la comunidad.

Para lograr una relación armónica entre la comunidad y el Proyecto, es necesario formular y aplicar estrategias que garanticen un clima de confianza a partir del suministro de información clara, veraz y oportuna, relacionada con los impactos y medidas de manejo asociadas, así como con la respuesta adecuada a las inquietudes de la comunidad.

De este modo, se formula el programa comunicación con la comunidad que además procura la implementación de una comunicación asertiva y de mecanismos pedagógicos para llamar la atención tanto hacia los derechos como a los deberes que cada ciudadano tiene y en su responsabilidad con el cuidado del medio ambiente, así como con la convivencia. Así mismo, se señala la importancia de la participación de las comunidades impactadas en la toma de decisiones que involucren su entorno y plantea los mecanismos a desarrollar para garantizar también el fortalecimiento de las organizaciones comunitarias presentes en el área de influencia del Proyecto. En consecuencia, para el abordaje de cada uno de los tópicos mencionados se divide este programa en dos proyectos: información y comunicaciones; y comunicación para la participación. A continuación, se esbozan para el programa los objetivos, metas, impactos por manejar, indicadores y cronograma de ejecución.

VI.1.1 Objetivo

Contribuir a la viabilidad del Proyecto mediante el diseño e implementación de estrategias de comunicación, internas y externas de doble vía, que basadas en el diálogo y la información clara, veraz y oportuna, permitan promover la participación y la concertación, para establecer relaciones de confianza con los grupos de interés.

VI.1.2 Actividades

Entre los temas específicos y de mayor sensibilidad que apoyará el Proyecto se encuentran las medidas de manejo, en las que se atienden impactos ambientales que están directamente relacionados con la seguridad física, la salubridad y la integridad de las personas que por su cercanía a los sitios de obras impactos serian vulnerables a diversos impactos.

Entre los aspectos a resaltar con las comunidades están la seguridad vial, la prevención de la accidentalidad, el manejo de los recursos naturales y el saneamiento básico, por el Proyecto, así como las expectativas generadas en las comunidades y en los grupos de

interés. En consecuencia, el medio a emplear para el desarrollo del proyecto será el de divulgación de la información

VI.1.3 Divulgación de la información

Este rubro deberá ser llevado a cabo por el promovente del proyecto:

Base de datos: contendría los grupos de interés y otros actores con el Proyecto (dueños de terrenos, afectados directos, actores institucionales, entre otros), el tipo de información que se debe socializar con cada uno de ellos y la estrategia informativa más acertada, es preciso construir y mantener actualizada una base de datos que integre actores del nivel comunitario, municipal, regional y nacional con los cuales se puedan establecer relaciones informativas, comunicativas y participativas.

Medio impreso circulación periódica: que puede ser mensual o bimestral, para informar a los grupos de interés sobre la gestión social y ambiental, así como el avance de obra de las diferentes actividades realizadas en el Proyecto.

Carteleras informativas: ubicadas en las zonas urbanas de los municipios y en sitios de habitual circulación de los pobladores del área de influencia del proyecto. Su contenido estará enfocado hacia la gestión ambiental y temática de interés para las comunidades como eventos, suspensión de servicios, información del Proyecto, etc.

Las estrategias informativas deberán definir el tipo de población a la cual se dirigirá y qué tipo de información es necesaria difundir, las etapas y el tiempo de circulación de la información; caracterizar y establecer los medios de comunicación a emplear; seleccionar y diseñar los formatos a implementar; diseñar y poner en marcha la estrategia comunicativa.

Para lograr la implementación exitosa de estas estrategias de información, será necesario mantener actualizada la base de datos de medios de comunicación y la caracterización de los grupos de interés, de la que dispone el Proyecto, con el fin de hacer uso de estos medios en cada municipio en los momentos que se requiera.

VI.1.4 Mecanismos y estrategias participativas

Este proyecto se plantea como una estrategia que permita establecer una relación adecuada entre las comunidades y el Proyecto, para difundir información de interés general, y puntual y para reconocer las inquietudes de la comunidad. Para garantizar las relaciones armónicas entre el Proyecto y las comunidades, la dinámica comunicacional debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Lectura y reconocimiento de las adecuadas estrategias de información en el contexto de cada uno de los agentes que intervienen en el Proyecto, teniendo en cuenta sus particularidades, intereses y rol social o institucional.

Información general. Mantener un proceso de información que facilite el dimensionamiento del Proyecto en el área de influencia, de tal manera que se logre claridad frente a sus

alcances, el modo de interactuar con él y la toma de decisiones en la vida diaria de las comunidades.

Información puntual. Informar oportunamente a la comunidad afectada directamente por las obras, de tal forma que no se generen situaciones conflictivas que amenacen el desarrollo del proyecto o interfieran con las actividades cotidianas de los habitantes.

Realimentación. Generar espacios para escuchar y dar respuesta a las inquietudes, expectativas y sugerencias de los agentes que intervienen en las diferentes etapas del proyecto y dar respuesta oportuna. De igual forma generar estrategias para identificar y caracterizar las percepciones de los pobladores del área de influencia sobre el Proyecto.

VI.1.5 Indicadores de monitoreo y seguimiento

- Construcción de base de datos con identificación de grupos de interés y número de actualizaciones semestrales / número de semestres del período de medición.
- Número de personas de la localidad que han recibido algún tipo de información del Proyecto en seis meses / total de la población en la localidad.
- Número de personas convocadas a las actividades / número de personas asistentes a las actividades.
- Número de inquietudes recibidas en los últimos tres meses / número de respuestas a inquietudes en los últimos tres meses. Número de quejas/número de caso.

VI.1.6 Cronograma

Las actividades se desarrollarán en el área de influencia, directa local y puntual. Se deberá implementar en la fase de construcción y el primer año de operación del proyecto.

Cuadro 47. Cronograma Comunicación social

Etapa del proyecto	Construcción						Operación		
Actividad año	1	2	3	4	5	6	1	2	…
Comunicación social con la comunidad									

VI.2 Plan de seguridad social y vinculación

Dado que se realizará la consulta previa, libre, informada y de buena fe a los pueblos indígenas sobre las características del proyecto y que las superficies de ocupación por el proyecto son mininas toda vez que se trata de la modernización de un camino actualmente en uso, no aplica un plan de seguridad social.

Cabe aclarar que no se afecta, la salud, formas de vida o invasión o expropiación de tierras para la implementación del proyecto.

VII. Programa de actividades a realizar

VII.1 Trabajo de Gabinete

Los trabajos de Gabinete corresponden en primera instancia a recolección de información respecto a las características del proyecto para definir los siguiente:

Tipo de obra

Fondos por utilizar para realizar la obra

Trayecto y zonas de ocupación de la obra

La Manifestación de Impacto Ambiental, la cual servirá de base para tener información al respecto de las características de la obra y el medio biofísico.

Revisión bibliográfica acerca de las comunidades y pueblos indígenas que pueden estar asentados en el Área del Proyecto y dentro de la zona de influencia directa del proyecto.

VII.2 Trabajo social con las localidades indígenas

El trabajo social consistirá en identificar en primera instancia a la población objetivo, en este caso a las comunidades indígenas relacionadas directamente con el proyecto. Consecuentemente se identificarán los siguientes rubros:

Diagnóstico, a fin de identificar problemáticas y formas de resolución, siempre bajo el esquema de respeto de usos y costumbres.

Estrategia, identificar las formas básicas de la comunidad para la organización a fin de establecer formas de acción y trabajo. Estimular el manejo de la de la resolución de problemas, con autonomía.

Sensibilización se realizará a través de la socialización de los derechos y reconocimiento mediante talleres participativos

Los resultados deberán contener la identificación de situaciones, necesidades, problemas y sus factores causales en la comunidad, en las personas, en los grupos sociales.

En el siguiente cuadro se propone un calendario de actividades para la realización del estudio.

Cuadro 48. Diagrama de Gantt de las actividades del estudio

ACTIVIDADES	Meses											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ubicación y delimitación del área del proyecto												
Elaborar el perfil de la comunidad con base bibliográfica												
Informar a la comunidad												
Identificar a la población directamente afectada												
Línea base, características sociales y biofísicas												
Identificación de impactos sociales												
Comunicación con el INPI para la implementación de la consulta a los pueblos indígenas												
Consulta a los pueblos indígenas												
Implementación de medidas de mitigación o compensación												
Plan de Gestión social												

VIII. Conclusiones

El proyecto motivo de este estudio consiste en la modernización de un camino de terracería en operación que permita darle continuidad al camino de terracería existente, que permita el transito rápido y seguro a los pobladores, así como el flujo efectivo de bienes y servicios.

El proyecto se encuentra en el municipio de San Martin Peras en el Estado de Oaxaca en cual de acuerdo con datos de INEGI y del INPI se presentan preponderantemente pobladores la comunidad indígena Ñuu Savi.

Es por tanto que al identificar la presencia de esta comunidad indígena los hace sujetos a la Consulta a Pueblos Indígenas, bajo argumentos jurídicos internacionales y nacionales. Así mismo se pretende tener un sistema de Gestión social que permita la fluidez en la comunicación a fin de dar a conocer el tipo de proyecto, características, impactos y beneficios de este a las comunidades indígenas.

IX. Bibliografía

- Atlas de los Pueblos Indígenas de México: http://atlas.cdi.gob.mx/?page_id=815
- Cédulas de Información Básica. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. http://www.inpi.gob.mx/cedulas/index.html
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2014. Programa Especial de los Pueblos Indígenas 2014-2018. México.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). 2014. Programa Especial de los Pueblos Indígenas 2014-2018. México.
- Consulta a los Pueblos Indígenas, Guía Metodológica. Perú, Ministerio de Cultura.
- Convenio (No. 169) Sobre Pueblos Indígenas Y Tribales En Países Independientes. DOF 24 enero 1991, consultar en://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/marco/Convenio_169_PI.pdf.
- Convenio Núm. 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Organización Internacional del Trabajo Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2014.
- Declaración de las de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas consultar en efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf.
- Declaración Universal De Derechos Humanos, consultar en: //efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Programas/Discapacidad/Declaracion_U_DH.pdf
- Gómez Peralta Héctor. 2005. Los usos y costumbres en las comunidades indígenas de los altos de Chiapas como una estructura conservadora. Estudios Políticos, Núm. 5, OCTAVA ÉPOCA.
- http://atlas.inpi.gob.mx/?page_id=4089
- http://www.inpi.gob.mx/cedulas/index.html
- http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=20&mun=559
- Indicadores de rezago en la vivienda. http://www.microrregiones.gob.mx
- Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372

- Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y se abroga la Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
- Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=70282519788
- Programa Especial de los Pueblos Indígenas y Afromexicano 2021-2024. DOF: 27/12/2021
- Vanclay, F., Esteves, A.M., Aucamp, I. y Franks, D. 2015. Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales en proyectos (BID, trad.) Fargo, Dakota del Norte: Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (Obra original publicada en el 2015).
- Mixtecos / Dubravka Mindek. México : CDI : PNUD, 2003. 31 p. : maps., retrs., tabs. (Pueblos indígenas del México contemporáneo) Incluye bibliografía ISBN 970-753-011-1, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/11727/mixtecos.pdf

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO 1

CAPÍTULO III

DESCRIPCION DE LA REGION ECOLOGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA (RE) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 1

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO. 1
IV.1.1 Criterios para la delimitación 1
IV.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT) 1
IV.1.3 Ordenamientos Ecológicos Regionales y/o locales decretados 2
IV.1.4 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, AICA´s, RTP´s, RHP´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR) 3
IV.1.5 Fisiografía 3
IV.1.6 Hidrología (INEGI/CONAGUA/FIRCO) 4
IV.1.7 Acuiferos 6
IV.1.8 Clima (CONABIO) 7
IV.1.9 Sismicidad (CENAPRED) 8
IV.1.10 Degradación del suelo (CONABIO) 8
IV.1.11 Resultado 9
IV.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) 10
IV.2.1 Metodología 11
IV.2.2 Resultados 12
IV.3 DESCRIPCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN SEGÚN INEGI 13
IV.4 COMPONENTES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA CON LOS CUALES INTERACTÚAN EL PROYECTO 16
IV.4.1 Medio abiótico 16
IV.4.1.1 Clima 16
IV.4.1.2 Estaciones meteorológicas 18
IV.4.1.3 Temperatura 19
IV.4.1.4 Precipitación 20
IV.4.1.5 Fenómenos meteorológicos 21
IV.4.1.5.1 Ciclones tropicales 21
IV.4.1.5.2 Inundaciones 22
IV.4.1.5.3 Bajas temperaturas 23
IV.4.1.5.4 Sequía 24
IV.4.1.5.1 Tormentas eléctricas 25
IV.4.1.6 Fisiografía 26
IV.4.1.7 Riesgos de origen geológico 29
IV.4.1.7.1 Sismos 30
IV.4.1.7.2 Inestabilidad de laderas 31
IV.4.1.8 Sistema de topoformas 33
IV.4.1.9 Geología 34
IV.4.1.10 Edafología 36
IV.4.1.10.1 Tipo de suelo 36
IV.4.1.10.2 Degradación del suelo 38
IV.4.1.11 Hidrología subterránea y superficial 40
IV.4.1.11.1 Acuífero 40
IV.4.1.11.2 Hidrología superficial 41
IV.4.1.11.3 Escurrimientos 46
IV.4.2 Medio biótico 47
IV.4.2.1 Vegetación de acuerdo con INEGI 47

IV.4.2.2 Vegetación existente en campo 49
IV.4.3 Metodología para la caracterización de la vegetación 51
IV.4.4 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en la Región Ecológica 64
IV.4.4.1 Análisis estructural 65
IV.4.5 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en el Área de Influencia (AI) . 71
IV.4.5.1 Análisis estructural 72
IV.4.6 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en el Área del Proyecto 77
IV.4.6.1 Análisis estructural 78
IV.4.7 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Pino Encino en la Región Ecológica .. 84
IV.4.7.1 Análisis estructural 86
IV.4.8 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino en el Área de Influencia (AI) 95
IV.4.8.1 Análisis estructural 97
IV.4.9 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de pino-encino en el Área del Proyecto106
IV.4.9.1 Análisis estructural 108
IV.4.10 Fauna 116
IV.4.10.1 Metodología de muestreo en campo 116
IV.4.10.2 Análisis de riqueza y diversidad 121
IV.4.10.3 Curva de acumulación de especies 123
IV.4.10.3.1 Análisis de diversidad de fauna 128
IV.4.10.4 Especie encontradas en el muestreo de RE, AI y AP 129
IV.4.11 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en la Región Ecológica (RE.) 131
IV.4.11.1 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en el Área de Influencia (AI) 142
IV.4.11.2 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre para el Área del Proyecto 152
IV.4.11.3 Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010) 161
IV.4.12 Paisaje 163
IV.4.12.1.1 Metodología del Diagnóstico del Paisaje Visual 164
IV.4.13 Medio socioeconómico 170
IV.4.13.1 Demografía 170
IV.4.13.2 Vivienda 171
IV.4.13.3 Salud 171
IV.4.13.4 Educación 171
IV.4.13.5 Desarrollo Social 171
IV.4.13.6 Situación económica 172
IV.4.13.7 Poblacion indigena 172
IV.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 175
IV.5.1 Inventario ambiental 175
IV.5.2 Valoración de los componentes 176

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites de las unidades del POEGT respecto al proyecto. 2
Figura 2.. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) en el AP y AI 2
Figura 3. Sitios de importancia ecológica cercanos al proyecto 3

Figura 4. Fisiografía y topografía *4*
Figura 5. Regiones Hidrológicas *5*
Figura 6. Cuencas Hidrológicas *5*
Figura 7. Subcuencas Hidrológicas *6*
Figura 8. Microcuencas Hidrológicas. *6*
Figura 9. Acuiferos con las que interacciona el proyecto *7*
Figura 10.Unidades climáticas con las que interacciona el proyecto *7*
Figura 11. Unidad delimitada como Region Ecologica *10*
Figura 12. Visualización del área de influencia (AI) *13*
Figura 13. Tipos de Climas presentes en el RE, AI y Área de proyecto *17*
Figura 14. Estaciones meteorológicas cercanas al RE, AI y AP *18*
Figura 15. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en la RE *19*
Figura 16. Temperatura media en la RE, AI y Área de proyecto *20*
Figura 17. Comportamiento de Precipitación a lo largo del año en el SAR *20*
Figura 18. Precipitación en la RE, AI y Área de proyecto *21*
Figura 19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales *22*
Figura 20. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por inundaciones *23*
Figura 21. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por bajas temperaturas *24*
Figura 22. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por sequías *25*
Figura 23. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por tormentas electricas *26*
Figura 24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las Provincias Fisiográficas *28*
Figura 25. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las Subprovincias Fisiográficas. *29*
Figura 26. Regionalización sísmica *31*
Figura 27. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las zonas potenciales a deslizamiento *33*
Figura 28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al sistema de topoformas *34*
Figura 29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Geología *35*
Figura 30. Unidades de suelo presentes en la RE y área de proyecto. *37*
Figura 31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la degradación del suelo *39*
Figura 32. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Hidrología subterránea *41*
Figura 33.. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Región hidrológica *42*
Figura 34.. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Cuenca hidrológica *43*
Figura 35. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Subcuenca hidrológica *44*
Figura 36. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la microcuenca hidrológica. *45*
Figura 37. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la hidrológica superficial. *46*
Figura 38.- Uso de suelo y vegetación según INEGI *47*
Figura 39.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo *50*
Figura 40. Registro de datos generales del sitio de muestreo. *53*
Figura 41. Registro de coordenada central de sitio de muestreo. *53*
Figura 42. Numeración del sitio de muestreo en árbol. *54*
Figura 43. Diagrama del sitio de muestreo de flora. *54*
Figura 44. Colocación de cinta para identificar los vértices del sitio de muestreo. *55*
Figura 45. Delimitación del sitio de muestreo. *55*
Figura 46. Delimitación del sitio de muestre herbáceo (1mx1m). *55*
Figura 47. Esquema de medición de individuos en el sitio de muestreo. *56*

Figura 48. Registro de especies del estrato herbáceo. 56
Figura 49. Numeración del arbolado. 57
Figura 50. Identificación y registro de especies en la bitácora. 57
Figura 51. Medición de diámetro normal con forcípula. 58
Figura 52. Medición de copa del arbolado. 58
Figura 53. Registro de individuos arbóreos con diámetro menor a 5 cm. 59
Figura 54. Registro de especies del estrato arbustivo. 59
Figura 55. Toma de fotografías a las especies registradas en el muestreo. 60
Figura 56. Condiciones del sitio de muestreo. 60
Figura 57. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. 65
Figura 58 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo 67
Figura 59. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Epifitas 69
Figura 60.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo 70
Figura 61. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. 73
Figura 62 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo 74
Figura 63. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Enredaderas. 75
Figura 64.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo 76
Figura 65 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. 78
Figura 66 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo 80
Figura 67. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo 82
Figura 68. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. 86
Figura 69 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo 88
Figura 70. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Epifitas 90
Figura 71. Distribución de la especie Catopsis berteroniana 92
Figura 72.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo 93
Figura 73. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. 98
Figura 74 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo 100

Figura 75. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Enredaderas *102*
Figura 76.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo *104*
Figura 77 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo. *108*
Figura 78 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo *110*
Figura 79. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo *112*
Figura 80. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo *114*
Figura 81. Diagrama de un transecto *117*
Figura 82. Búsqueda de herpetofauna *118*
Figura 83. Captura manual de un reptil en campo *119*
Figura 84. Ejemplos de rastros encontrados en campo *121*
Figura 85. Metodología de evaluación de calidad del paisaje *164*
Figura 86. Fotografías de paisaje, se aprecian las actividades de asentamientos humanos , agricultura, ganadería y vegetación secundaria de Bosque de Pino y Encino *168*
Figura 87. Pueblos Indígenas del Estado de Guerrero *173*

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.. Elementos utilizados para la conformación del SAR *9*
Cuadro 2. Propiedades de la Region Ecologica delimitada delimitado *9*
Cuadro 3. Distancia a las áreas de interés *11*
Cuadro 4. Propiedades del Área de Influencia delimitado *12*
Cuadro 5. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Region Ecológica *13*
Cuadro 6. Tipos de climas presentes en el RE, AI y AP. *17*
Cuadro 7. Datos de la estación meteorológica consultada *18*
Cuadro 8. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana *19*
Cuadro 9. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por ciclones tropicales. *22*
Cuadro 10. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por Inundaciones *23*
Cuadro 11. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por bajas temperaturas. *24*
Cuadro 12. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por bajas temperaturas. *25*
Cuadro 13. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por Tormentas eléctricas. *26*
Cuadro 14. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas. *28*
Cuadro 15. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas. *28*
Cuadro 16. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a los sistemas de topoformas. *33*
Cuadro 17. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a los tipos de roca. *34*
Cuadro 18. Distribución de superficies de la RE, AI y AP con respecto a la edafología *36*
Cuadro 19. Tipos de erosión presentes en el SAR, AI y AP *38*
Cuadro 20. Acuíferos presentes en la RE, AI y AP *40*
Cuadro 21. Región hidrológica presentes en la RE, AI y AP *42*

Cuadro 22. Cuenca hidrológica presentes en el SAR, AI y AP..... 43
Cuadro 23. Subcuencas hidrológicas presentes en la RE, AI y AP..... 44
Cuadro 24. Microcuencas hidrológicas presentes en el SAR, AI y AP..... 45
Cuadro 25. Escurrimientos presentes en la zona del Proyecto..... 46
Cuadro 26.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo..... 49
Cuadro 27.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto..... 51
Cuadro 28.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación..... 52
Cuadro 29. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo..... 64
Cuadro 30. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo..... 66
Cuadro 31. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo. 68
Cuadro 32. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epifitas 69
Cuadro 33. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 70
Cuadro 34. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Encino en RE..... 71
Cuadro 35.Composición florística de la Vegetación de Bosque de Encino en el Área de Influencia 72
Cuadro 36. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia..... 72
Cuadro 37. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo..... 73
Cuadro 38. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo. 74
Cuadro 39. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato epifitas..... 75
Cuadro 40. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 76
Cuadro 41. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Encino en AI 77
Cuadro 42 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de encino en el Área del Proyecto. 77
Cuadro 43. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área del Proyecto. 77
Cuadro 44. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbóreo. 79
Cuadro 45. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbustivo. 81
Cuadro 46. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 83
Cuadro 47. Índice de Shannon para la vegetación de Selva Baja Caducifolia 84
Cuadro 48 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de pino encino en la RE..... 84
Cuadro 49. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo 85
Cuadro 50. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo..... 87
Cuadro 51. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo. 89
Cuadro 52. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epifitas 91
Cuadro 53. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 94
Cuadro 54. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Pino Enicno en AI..... 95
Cuadro 55.Composición florística de la Vegetación de Pino Encino en el Área de Influencia..... 96
Cuadro 56. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia..... 96
Cuadro 57. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo..... 99
Cuadro 58. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo. 101
Cuadro 59. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato epifitas..... 103
Cuadro 60. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 105
Cuadro 61. Índice de Shannon para la vegetación de Selva Baja Caducifolia en AI 106
Cuadro 62 Composición florística de la Vegetación de Bosque de Pino Encino en el Área del Proyecto. 106
Cuadro 63. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área del Proyecto. 107
Cuadro 64. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbóreo. 109
Cuadro 65. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbustivo. 111

Cuadro 66. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 113
Cuadro 67. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo. 115
Cuadro 68. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque Pino Encino en el AP *.... 116*
Cuadro 69. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre. 121
Cuadro 70. Riqueza en el AP, AI y RE; especies registradas en campo, esperadas y completitud del muestreo según los distintos estimadores no paramétricos empleados para la fauna silvestre. 125
Cuadro 71. Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE. 129
Cuadro 72. Resumen de los valores de diversidad calculados para el grupo de Aves en el RE..... 132
Cuadro 73. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el RE. . 134
Cuadro 74. Abundancia de especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el RE. 135
Cuadro 75. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el RE. 137
Cuadro 76. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del RE. 138
Cuadro 77. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el RE. 138
Cuadro 78. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el RE. *.... 139*
Cuadro 79. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el RE. *..... 140*
Cuadro 80. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el RE. *..... 140*
Cuadro 81. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AI *..... 142*
Cuadro 82. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AI. *..... 144*
Cuadro 83. Cálculo de índice de Shannon para la avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AI *145*
Cuadro 84 Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AI. *..... 147*
Cuadro 85. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AI. *..... 148*
Cuadro 86. Abundancia estimada para las especies de Mastofauna registradas en el AI *..... 148*
Cuadro 87. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AI *..... 149*
Cuadro 88. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI. *..... 150*
Cuadro 89. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AI. *..... 150*
Cuadro 90. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AP. *..... 152*
Cuadro 91. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AP. *..... 154*
Cuadro 92. Cálculo de índice de Shannon para las especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AP. *..... 155*
Cuadro 93. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AP. *..... 157*
Cuadro 94. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AP. *..... 158*
Cuadro 95. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el AP. *..... 158*
Cuadro 96. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AP. *..... 159*
Cuadro 97. Historial de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AP. *..... 160*
Cuadro 98. Calculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AP. *..... 160*
Cuadro 99. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI. *..... 161*
Cuadro 100. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010 *..... 162*

Cuadro 101. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto..... 165
Cuadro 102. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto..... 169
Cuadro 103. Clasificación de la calidad del paisaje 169
Cuadro 104. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje 170
Cuadro 105. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de Metlatónoc..... 173
Cuadro 106. Componentes ambientales susceptibles de ser impactados 176
Cuadro 107. Rangos de calidad de los componentes 176
A continuación, se presenta la valoración de los componentes ambientales:Cuadro 108. Valoración de los componentes ambientales 177
Cuadro 109. Unidades de Importancia 180
Cuadro 110. Unidades de Importancia 181
Cuadro 111. Valoración de la calidad por componente..... 182
Cuadro 112. Rangos de calidad 183
Cuadro 113. Calidad de cada componente..... 183

IV. DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLOGICA (RE) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Región Ecológica se define como la *'unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes'* (Fracción reformada DOF 28-01-2011). Bajo este precepto normativo, se presenta a continuación la delimitación de la región correspondiente al proyecto, fundamentada en un análisis integral de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. Este apartado comprende la descripción del entorno, el análisis detallado de los elementos y el diagnóstico ambientales prospectivo, herramientas necesarias para determinar la aptitud del territorio y la viabilidad de las medidas de mitigación propuestas.

IV.1 Delimitación y justificación de la Región Ecológica (RE) donde se pretende establecer el proyecto.

Con base en la definición de la **LGEEPA**, se identificó la Región Ecológica del proyecto a través de un análisis multicriterio en un Sistema de Información Geográfica (ArcMap 10.8). Este análisis permitió discernir entre elementos de carácter general y aquellos que, por su estrecha relación funcional con el ecosistema local, definen los límites.

IV.1.1 Criterios para la delimitación

IV.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT)

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el AP y AI se encuentran inmersos en su totalidad en las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) número 99 denominada Cordillera Costera Del Sureste De Guerrero, en ese sentido, contemplando que el área del Proyecto contempla solo una pequeña porción de las UAB, se descartó como límite de la RE.

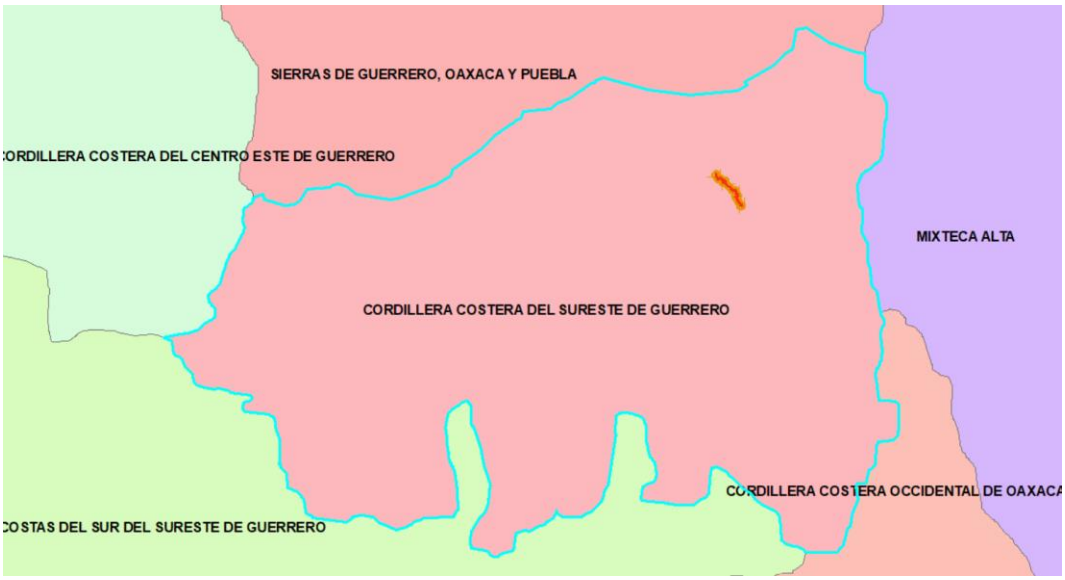


Figura 1. Límites de las unidades del POEGT respecto al proyecto.

IV.1.3 Ordenamientos Ecológicos Regionales y/o locales decretados

Se revisaron los ordenamientos decretados con o sin participación de SEMARNAT, así como la plataforma del Subsistema de Información Geográfica sobre el Ordenamiento Ecológico, conforme a la ubicación espacial del proyecto, donde se identificó que el proyecto se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) tal como se muestra en la siguiente figura, sin embargo, no se consideró para la delimitación del SAR.

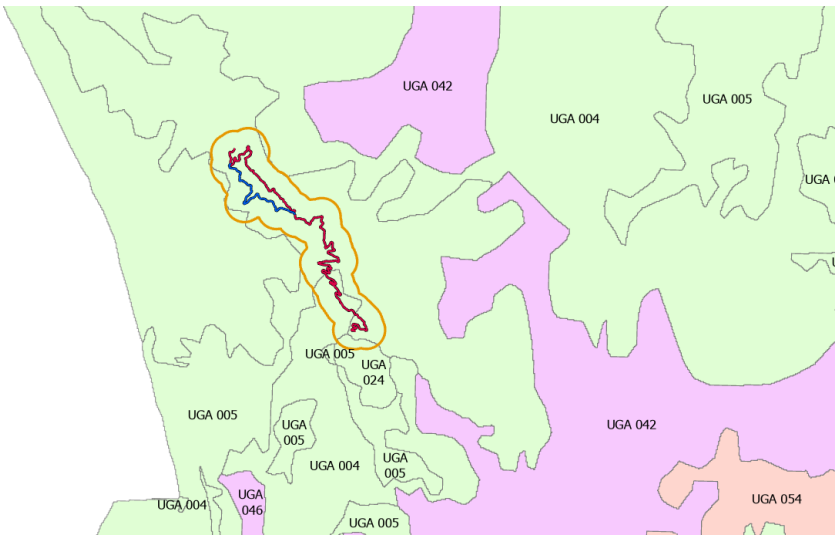


Figura 2.. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) en el AP y AI

IV.1.4 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, AICA´s, RTP´s, RHP´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR)

Se revisó la información disponible de ubicación de los sitios de importancia ecológica, sin embargo, solo las AICA fueron de relevancia para la delimitación del SA. Los resultados correspondientes a los sitios de importancia se enuncian a continuación:

- **Área Natural Protegida (ANP)** del tipo federal nombrada “Boquerón de Tonalá”, localizada a 39.03 km del área del Proyecto.
- **Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** denominada “Tlaxiaco” ubicada a 39.41 km de la zona del proyecto.
- **Sitio RAMSAR** denominado “Playa Tortuguera Tierra Colorada” ubicado a 109.25 km del Proyecto.
- **Región Hidrológica Prioritaria (RHP)** denominada “Cuenca alta del Río Ometepec” a 30.27 km del area del proyecto.
- **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** llamada “Sierras Triqui-Mixteca”, localizada en el área del Proyecto.

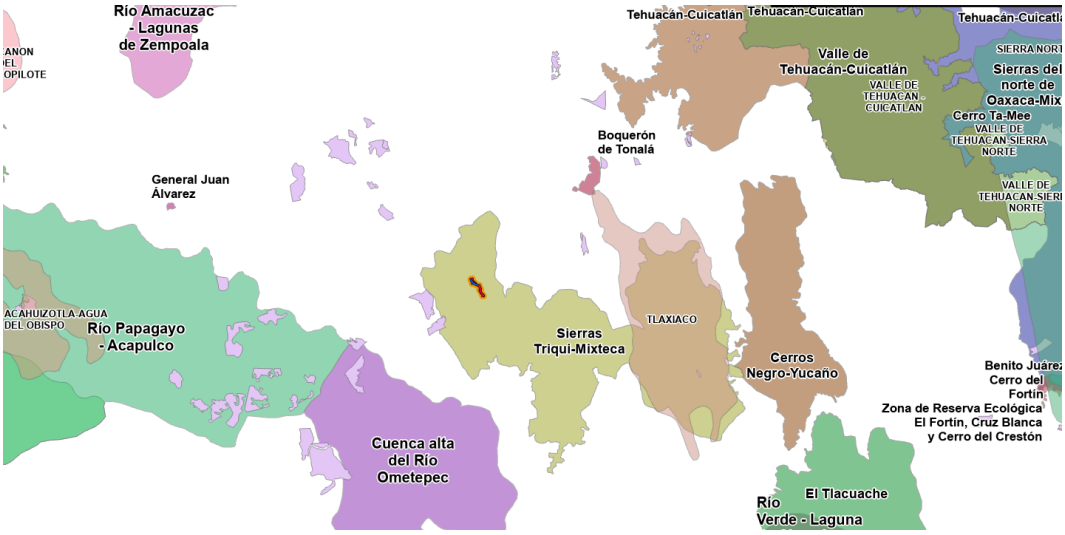


Figura 3. Sitios de importancia ecológica cercanos al proyecto

IV.1.5 Fisiografía

Otro factor que se visualizó para diagnosticar el área fue el conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, encontrando que el Proyecto atravesará la subprovincia Cordillera Costera Del Sur y al no encontrarse cercano a sus límites, no se consideró de importancia para la delimitación de la RE. Para ejemplificar lo anterior podemos ver la Figura 4 en donde se aprecia que el área se encuentra en la subprovincia fisiográfica.

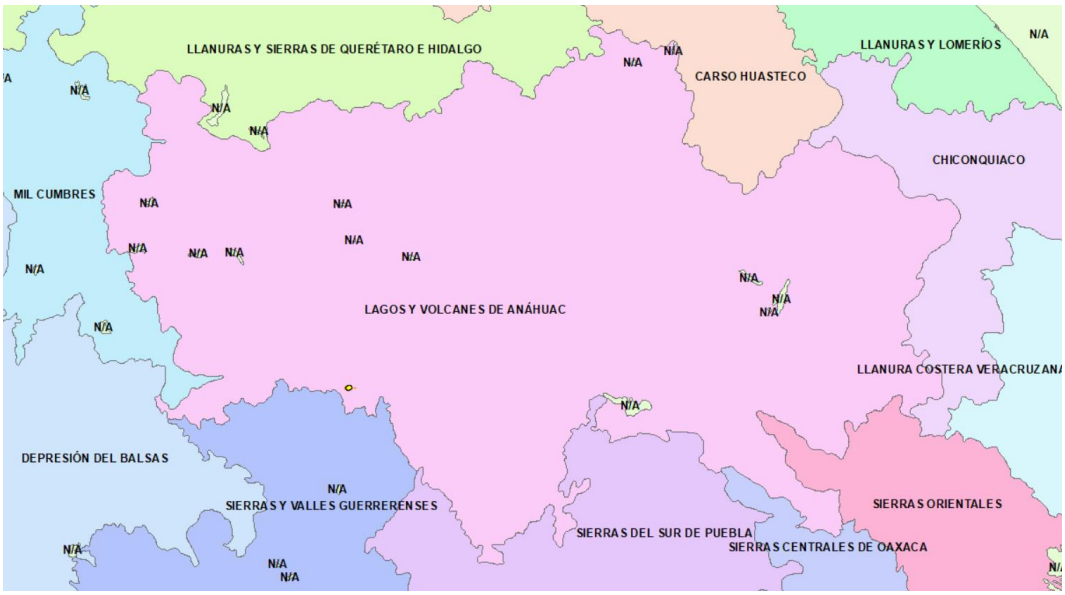


Figura 4. Fisiografía y topografía

IV.1.6 Hidrología (INEGI/CONAGUA/FIRCO)

Como parte del proceso de revisión geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y microcuenca correspondiente. Así en la Figura 5 podemos observar que el área del Proyecto recae en la región denominada “Balsas”, que abarcan una porción pequeña del área del Proyecto. En ese mismo sentido, en la Figura 6 se observa que, en cuanto a Cuenca Hidrológica, se tiene un comportamiento similar, es decir que el proyecto tendrá influencia la cuenca “R. Tlapaneco”. Por otra parte, en la Figura 7 y Figura 8 se observa que, a nivel de Subcuencas, el área del Proyecto recae dentro de la subcuenca “R. Coycoyan”, en la podemos observar que el proyecto recae en la Microcuencas denominadas “Ahuajutia (Ahuejutla)” y “San Martin Peras”. Siendo las microcuencas antes mencionadas, consideradas como elementos relevantes en la configuración del SAR.

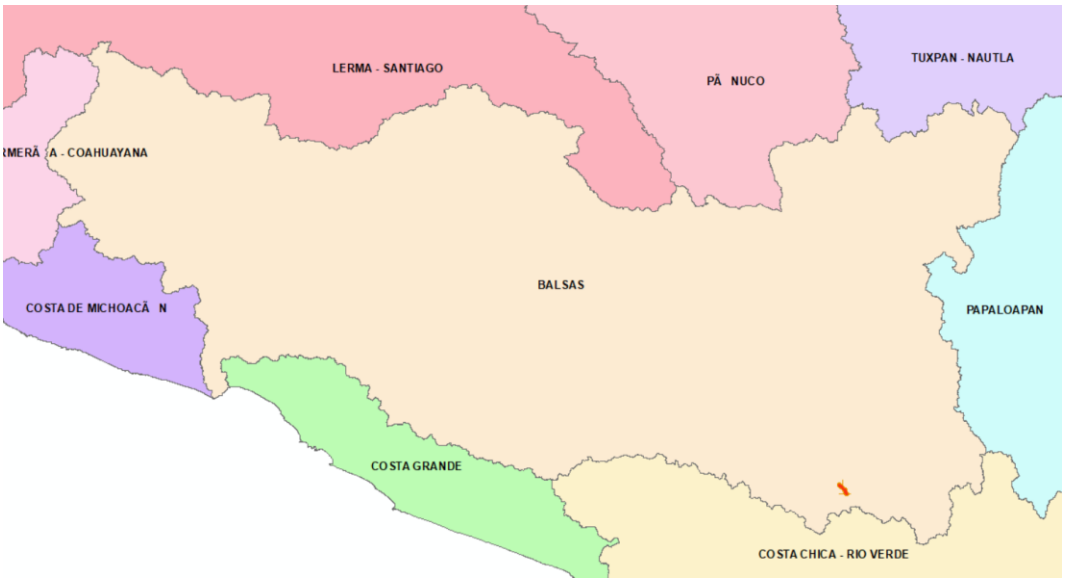


Figura 5. Regiones Hidrológicas

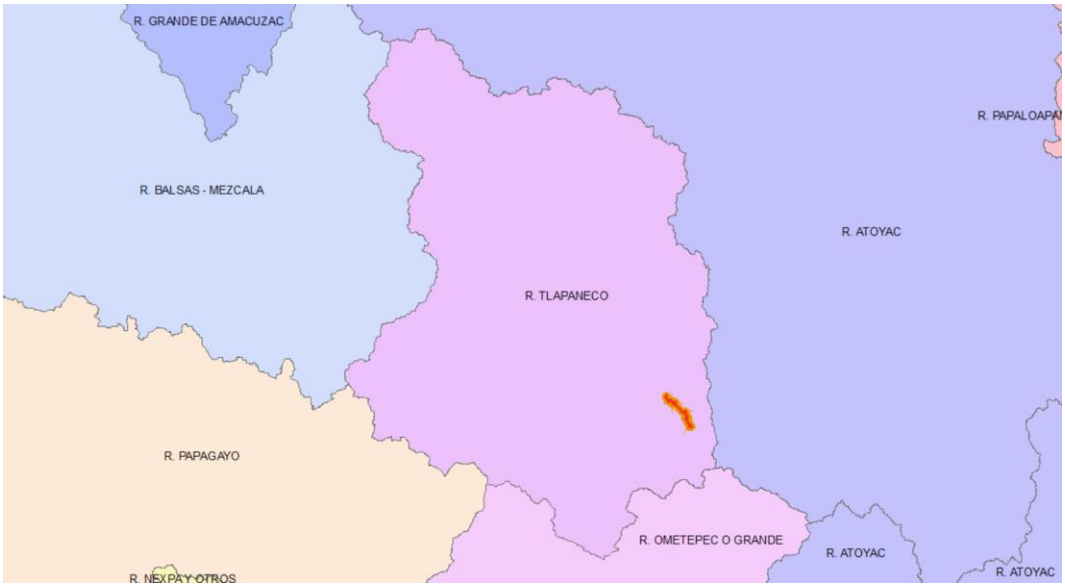


Figura 6. Cuencas Hidrológicas

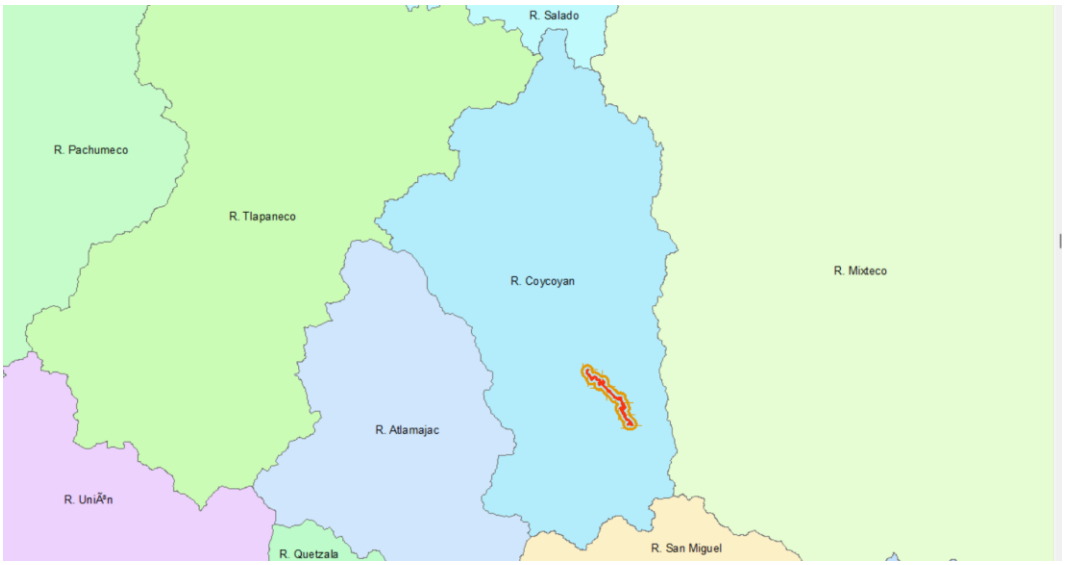


Figura 7. Subcuencas Hidrológicas

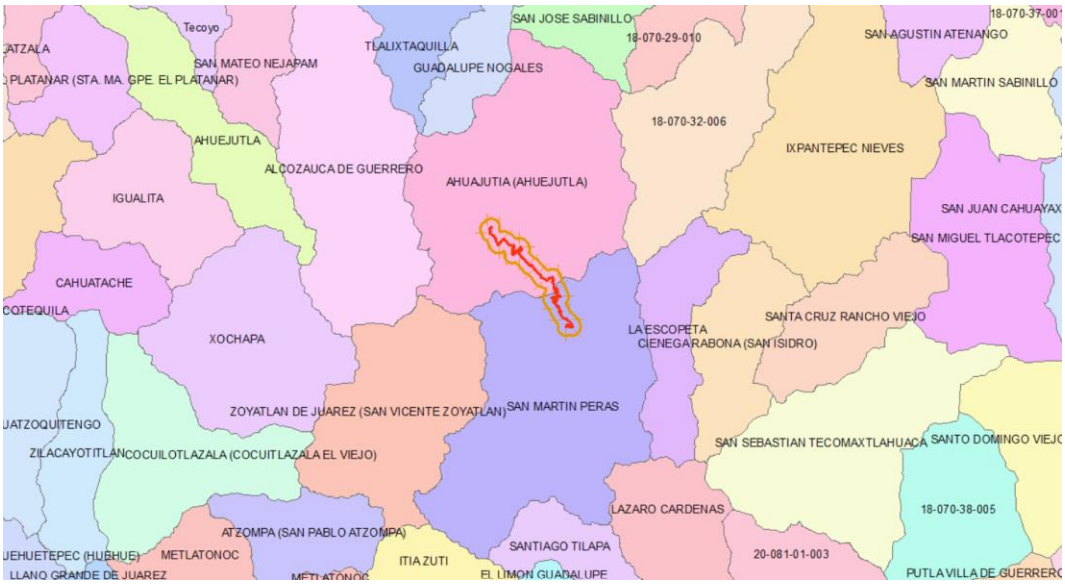


Figura 8. Microcuencas Hidrológicas.

IV.1.7 Acuiferos

Adicionalmente se revisó la relación de los acuíferos con el proyecto, encontrándose que el proyecto recae únicamente en el acuífero llamado “Tlapa - Huamuxtitlan”, y por la localización del proyecto con el acuifero, se consideró como límite de la RE.

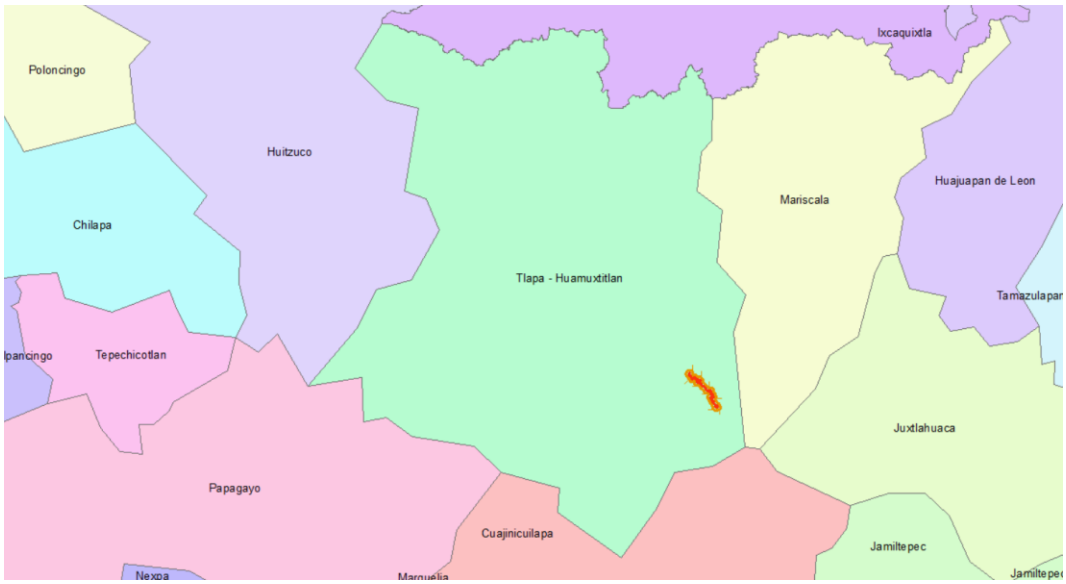


Figura 9. Acuiferos con las que interacciona el proyecto

IV.1.8 Clima (CONABIO)

Adicionalmente se revisó la relación de los acuíferos con el proyecto, encontrándose que el proyecto recae unidad del tipo “Semiseco” por lo cual se consideró como límite de la RE.

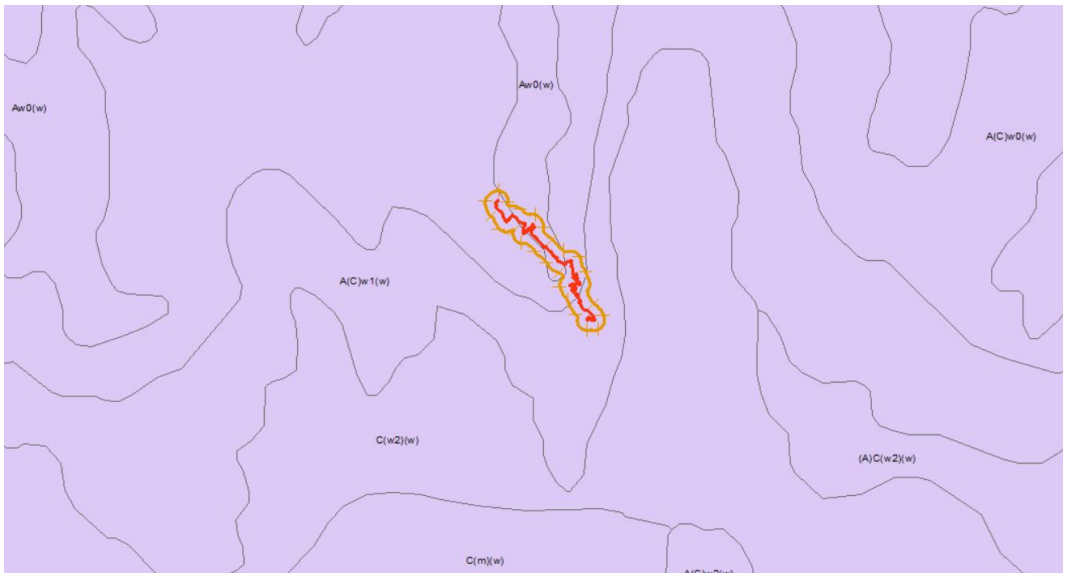
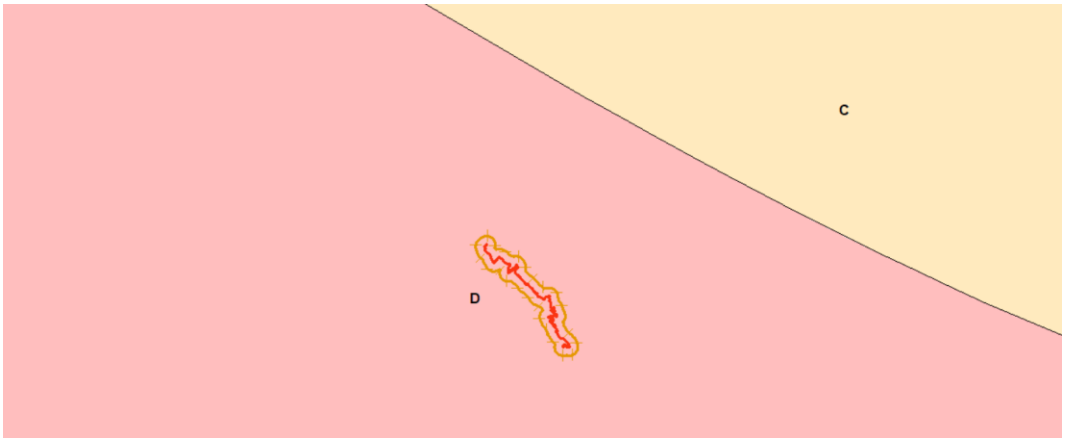


Figura 10.Unidades climáticas con las que interacciona el proyecto

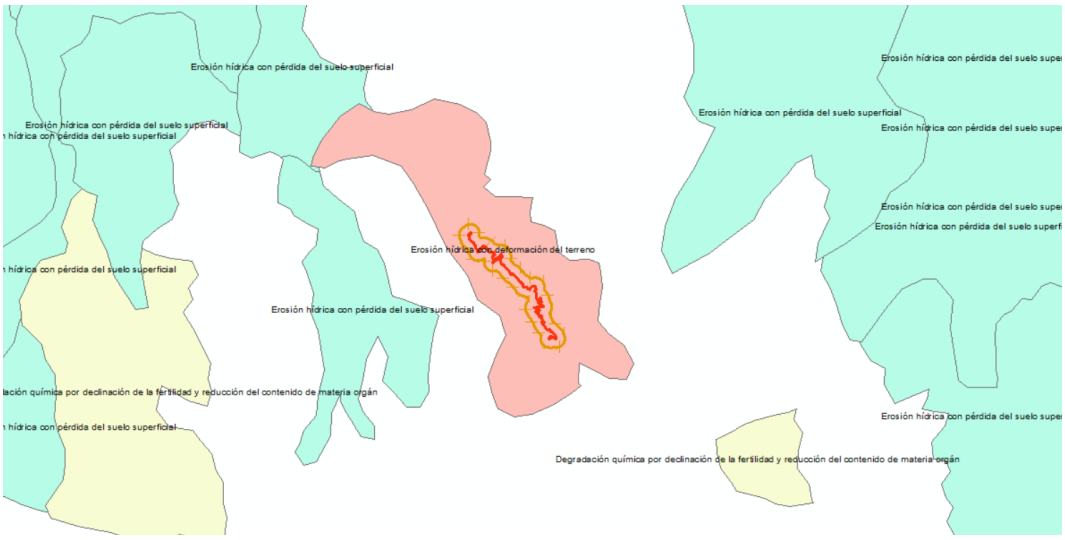
IV.1.9 Sismicidad (CENAPRED)

Adicionalmente se revisó la relación de la capa de regionalización sísmica con respecto al proyecto, encontrándose que el proyecto recae en la región de tipo B cercano a el límite con el tipo C, por lo cual se consideró como límite de la RE.



IV.1.10 Degradación del suelo (CONABIO)

Adicionalmente se revisó la relación de la capa de Degradación del suelo con respecto al proyecto, encontrándose que el proyecto recae en un polígono de “Erosión hídrica con deformación del terreno” por lo cual se consideró como límite de la RE.



El Sistema Ambiental Regional es resultado de la interacción de distintas capas cargadas en el SIG ArcMap 10.8, las cuales al interactuar de manera excluyente o compartiendo

elementos y superficie en común, de manera particular se usaron las siguientes capas y unidades de análisis:

Cuadro 1.. Elementos utilizados para la conformación del SAR

Capa	Fuente	Unidad de análisis
Acuífero	CONAGUA	-Tlapa - Huamuxtitlan
Clima	INEGI	-A(C)w0(w) -Aw0(w) -A(C)w1(w)
Degradación del suelo	CONABIO	-Erosión hídrica con deformación del terreno
Regionalización sísmica	CENAPRED	-D
Región Terrestre Prioritaria (RTP)	CONABIO	-Sierras Triqui-Mixteca
Microcuencas	FIRCO	-Ahuajutia (Ahuejutla) -San Martin Peras

IV.1.11 Resultado

Tomando en cuenta los resultados de la delimitación analística y gráfica, además de la magnitud de los aspectos físicos, en la RE resulta de los elementos espaciales y físicos existentes en los alrededores del sitio del Proyecto, tal es el caso de las microcuencas.

Finalmente, la RE se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como RE, cuenta con las siguientes características.

Cuadro 2. Propiedades de la Region Ecologica delimitada delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
9,285.9616 hectáreas	53.0737	UTM Zona 14 N	WGS 84	184

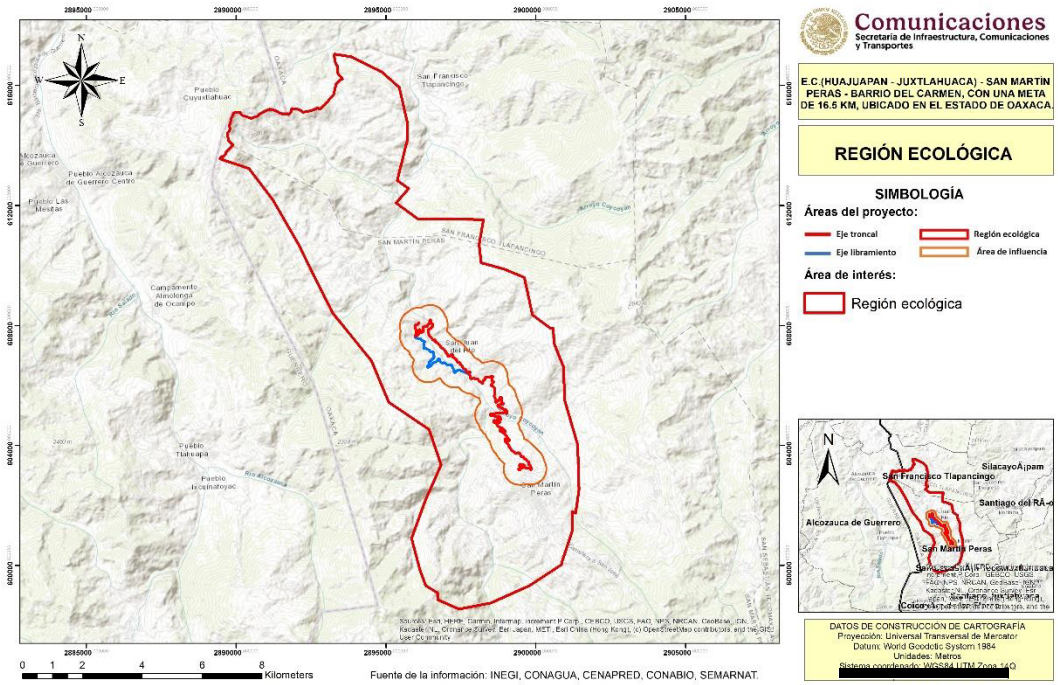


Figura 11. Unidad delimitada como Region Ecologica

IV.2 Delimitación del Área de Influencia (AI)

El área de influencia es 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, y precisamente ahí radica la importancia de la adecuada delimitación del Área de Influencia (AI). Por ello, es necesario señalar lo siguiente:

1. Rango de afectación una infraestructura lineal

- El rango de afectación de una infraestructura lineal depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.
- Típicamente los efectos de una infraestructura lineal sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la infraestructura debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.
- Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de coronas, corredores o áreas próximas, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de una vía de comunicación.

2. Generación de áreas de influencia geográfica

Para la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS (LOS CAMINOS Y SUS PRINCIPALES EFECTOS ECOLÓGICOS)* adaptada al proyecto el cual tomo como base para la definición del área de influencia los siguientes criterios:

- Comportamiento de la pendiente
- Efectos hidrológicos
- Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos
- Sedimentación
- Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes
- Afectación a fauna en camino poco transitados
- Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación
- Afectación a fauna mayor en arbolado
- Hábitat circundante

IV.2.1 Metodología

En ese sentido, el procedimiento implementado fue el siguiente:

El área de influencia se comenzó a delimitar con base en las características del proyecto en cuanto a longitud en metros tipo de infraestructura y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto a realizar.

Posteriormente para definir el área de afectación se definieron las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considerará la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados y/o perturbados por el proyecto, también se identificaron las zonas donde se tiene un impacto humano previo de consideración (como son amplias áreas agrícolas o ganaderas). Para ello se utilizaron los criterios contenidos en el Cuadro 1.

Cuadro 3. Distancia a las áreas de interés

Criterios	Distancia Mínima
Pendiente arriba	100 m
Efectos hidrológicos	100 m
Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos	100 m
Sedimentación	100 m
Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes	100 m
Afectación a fauna en camino poco transitados	100 m
Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación	500 m
Afectación a fauna mayor en arbolado	100 m

Criterios	Distancia Mínima
Hábitat circundante	500 m

IV.2.2 Resultados

Tomando en consideración la ubicación del proyecto y su interrelación con los diferentes componentes ambientales, y los impactos indirectos que se puedan presentar de las actividades de construcción y en un futuro de su operación, se ha determinado 500 m, a ambos lados del Eje del Proyecto. Esta distancia se estableció debido a la posible contaminación por material particulado y ruido, propio de las actividades de Modernización/Construcción del Proyecto. En la operación se espera tener impactos de carácter positivo con relación al desarrollo de la zona, generación de empleo, conexión entre poblados, acceso a más y mejores servicios, entre otros.

El Área de Influencia se definió como la superficie que albergará la superficie de afectación por la construcción, patio de maniobras, movimiento de tierras, obras permanentes, etc., con afectación de cubierta vegetal por despalme y desmonte. De lo anterior se obtuvo que el análisis de interacciones de las unidades ambientales con el proyecto, así como sus límites gráficos, podemos delimitar una unidad que cuenta con las características deseadas, esto es cartografiable, que cuente con un sistema de coordenadas (UTM 14Q datum, WGS84) y que sea espacialmente adecuada al proyecto. La unidad delimitada como Área de Influencia cuenta con las siguientes características:

Cuadro 4. Propiedades del Área de Influencia delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
1,004.2342 hectáreas	180161 kilómetros	UTM Zona 14N	WGS 1984	993

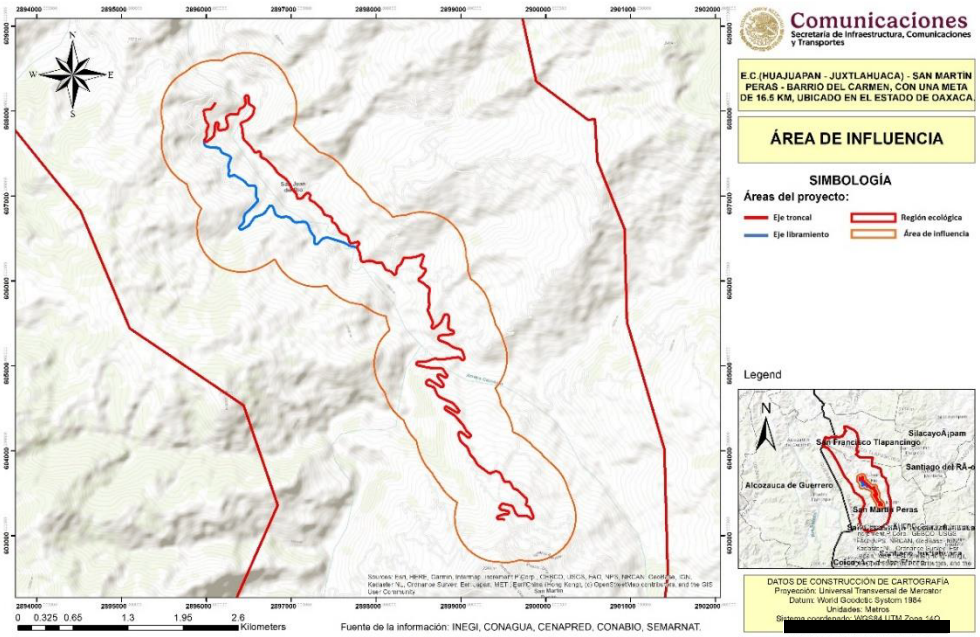


Figura 12. Visualización del área de influencia (AI)

IV.3 Descripción de la clasificación de uso del suelo y vegetación según INEGI

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, en la RE se presentan 12 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo Agricultura de temporal Anual la que ocupa mayor superficie en el polígono de la Region.

Cuadro 5. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Region Ecológica

Clave	Uso de suelo y vegetación	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	76.2872	0.82%		0.00%		0.00%
BP	Bosque de Pino	637.1962	6.86%	783.08	77.98%	0.3563	1.34%
BPQ	Bosque de Pino-Encino	61.1385	0.66%		0.00%		0.00%
BQ	Bosque de Encino	469.8730	5.06%		0.00%		0.00%
BQP	Bosque de Encino-Pino	464.4505	5.00%		0.00%		0.00%
PI	Pastizal Inducido	338.0810	3.64%		0.00%		0.00%
TA	Agricultura de temporal Anual	5221.0890	56.23%	37.17	3.70%	19.9825	75.09%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino	1571.1300	16.92%	183.98	18.32%	6.2727	23.57%
Vsa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino-Encino	154.3242	1.66%		0.00%		0.00%

Clave	Uso de suelo y vegetación	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Vsa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Encino	82.7216	0.89%		0.00%		0.00%
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	209.6704	2.26%		0.00%		0.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1,004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

- **Agricultura de temporal**: 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, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.
- **Asentamientos humanos**: Es el establecimiento de un conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
- **Pastizal inducido**: esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.
- **Bosque de Pino:** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y

otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.

- **Bosque de Encino** comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.
- **Vegetación de Bosque de Pino-Encino**. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.
- **Vegetacion de Bosque de Encino-Pino**: Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800m. Estas comunidades están conformadas por encinos (Quercus spp.), y en proporción algo menor de pinos (Pinus spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino.
- **Selva Baja Caducifolia**: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos 0 subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta Bs y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20° C. Las precipitaciones anuales son de 1 200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1 700 m, rara vez hasta 1 900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.
- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbustiva**; se considera la siguiente descripción: vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en

general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbórea**; se considera la siguiente descripción: se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

IV.4 Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúan el Proyecto

IV.4.1 Medio abiótico

Sabemos que el medio abiótico se define como la integración de aquellos componentes que determinan el espacio físico en el que habitan los seres vivos; estos componentes abióticos se dan por las condiciones físicas y químicas del medio ambiente y conforman una parte de todo el entorno natural en el que se desarrollan los seres vivos, que en conjunto forman el biotipo, o sea el espacio donde se realizan las actividades de los seres vivos. Por lo tanto, a continuación, se describen los principales factores del medio físico.

IV.4.1.1 Clima

El clima es un elemento natural, no susceptible de ser modificado por el hombre, por lo que es muy importante saber con estadísticas cómo se comporta, ya que las actividades humanas se adaptan al clima que se presenta en el lugar. Lo anterior determina desde el tipo de ropa que hay que usar en cada época y lugar, hasta los materiales y formas de reconstrucción de las obras de infraestructura como caminos, viviendas e industrias, pasando por el tipo de cultivos y de ganado adaptables a una región y las técnicas que se utilizarán para que la actividad en cuestión resulte productiva.

Tal vez sea en el aspecto de la producción agrícola donde el clima es un factor determinante para el cultivo de ciertas especies como la papaya o el mango, que son propias de las zonas tropicales, y otras, como el trigo y la cebada, que prosperan en las zonas templadas, o algunas plantas, como el girasol, que requieren cierto número de horas de iluminación solar, o de sombra, como en el caso del café. Asimismo, el clima influye en la abundancia relativa de agua y determina la necesidad de construir obras de riego si el balance es negativo, o de drenaje si el balance es positivo.

De acuerdo con la carta de Climas de CONABIO (en una escala de 1:250,000) en la Region Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP), se encuentra en los siguientes tipos de clima:

Cuadro 6. Tipos de climas presentes en el RE, AI y AP.

Clave	Tipo	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
A(C)w0(w)	Semicálido subhúmedo	4,735.69	51.00%	450.0047	**38.59%**		
A(C)w1(w)	Semicálido subhúmedo	3,167.77	34.11%	256.6722	**22.01%**		
Aw0(w)	Cálido subhúmedo	1,382.50	14.89%	297.56	**39.40%**		
Total		**9,285.96**	**100.00%**	**1,004.23**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

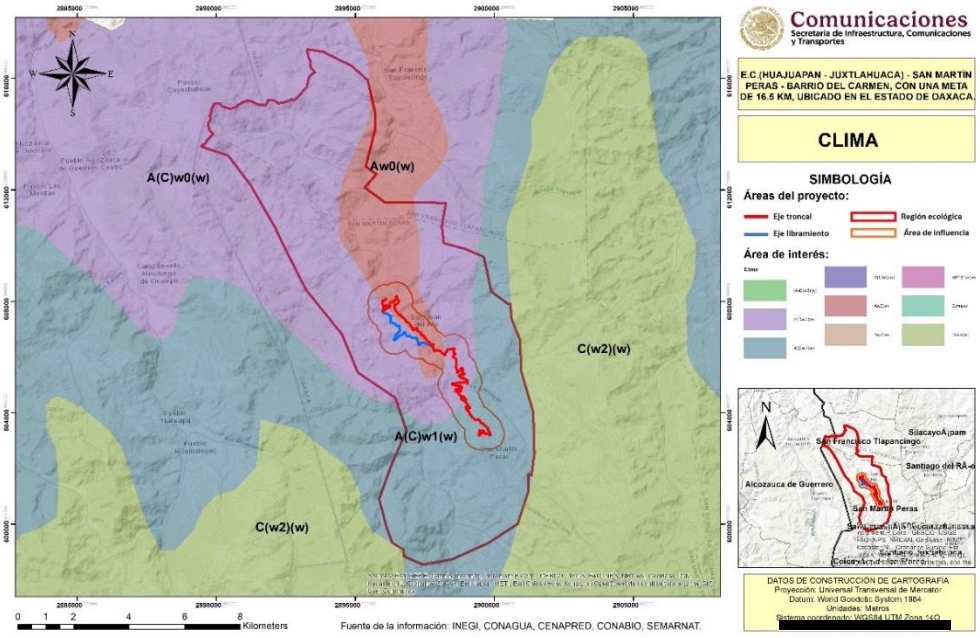


Figura 13. Tipos de Climas presentes en el RE, AI y Área de proyecto

A(C)w0(w): Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

A(C)w1(w): Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de invierno del 5% al 10.2% anual.

Aw0(w): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 12% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

La distribución de los tipos de clima en cada una de las unidades de análisis se muestra a continuación:

IV.4.1.2 Estaciones meteorológicas

Aunado a la visión general del clima descrito anteriormente, es importante conocer las condiciones climatológicas del área de estudio, se consultó la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua y del Servicio Meteorológico Nacional, decidiendo utilizar las normales climatológicas de la estación meteorológica en operación y más cercana al área del Proyecto y de la RE. La estación meteorológica más cercana al Proyecto se ubica dentro de la RE, a 10.92 km del eje del proyecto y presenta las siguientes características:

Cuadro 7. Datos de la estación meteorológica consultada

Estación Número	Nombre	Altitud (msnm)	Coordenada X	Coordenada Y
20322	Calihuala	1325	577787.66	1936859.71

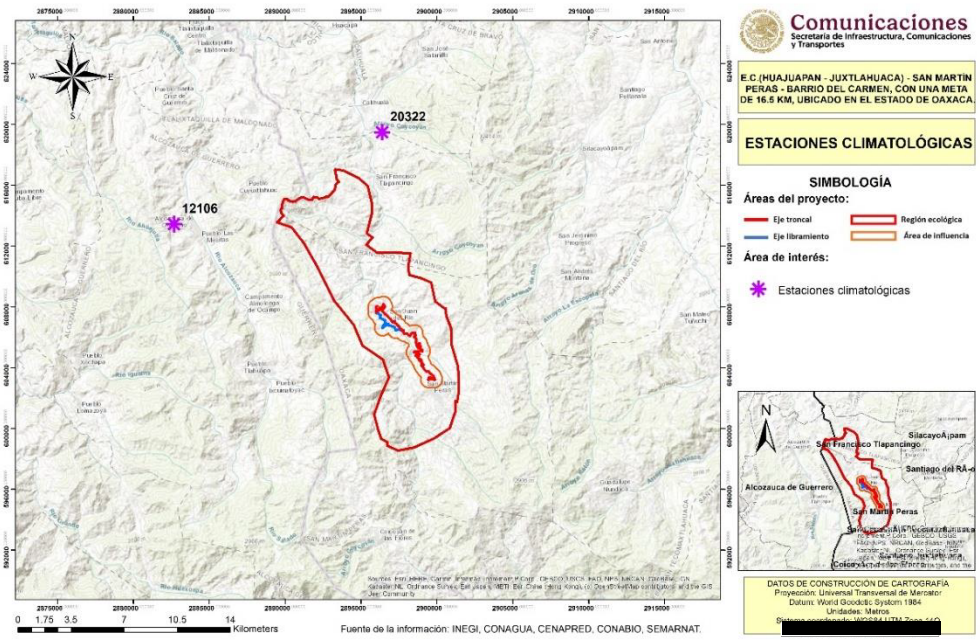


Figura 14. Estaciones meteorológicas cercanas al RE, AI y AP

A partir de la información obtenida de la estación meteorológica del periodo de 1991 al 2020, se obtuvo un estimado de las condiciones climáticas (temperatura, precipitación y evapotranspiración) de la RE. En el siguiente Cuadro se presenta los datos de la temperatura y precipitación que se puede presentar en la RE.

Cuadro 8. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana

ESTACION 20322	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura												
Máxima	28.2	29.9	31.4	33	32.3	29.7	28.3	28.6	27.8	27.9	28.1	28.1
Media	18.5	20.3	21.7	23.5	23.9	22.9	21.8	21.8	21.4	20.7	19.2	18.5
Mínima	8.9	10.7	11.9	14	15.6	16.1	15.4	15.1	15.1	13.4	10.4	9
Precipitación												
Normal	11.1	6.3	16	19.2	60.4	163.4	177.1	166.7	176.8	74.5	12.1	4
Mínima	95	58.5	96	93.5	138.9	335.3	403.4	301.5	348	306.3	56	23

IV.4.1.3 Temperatura

Por otra parte, de acuerdo con el promedio de la normal climatológica de la estación meteorológica antes referida, se tiene que el registro de variación térmica reportada que las más bajas se presentan en el mes de diciembre y enero (18.5°C). La temperatura se mantiene durante todo el año. En la siguiente figura se puede observar el comportamiento de los valores máximos y mínimos mensuales de la temperatura, a partir de los datos registrados de la estación meteorológica.

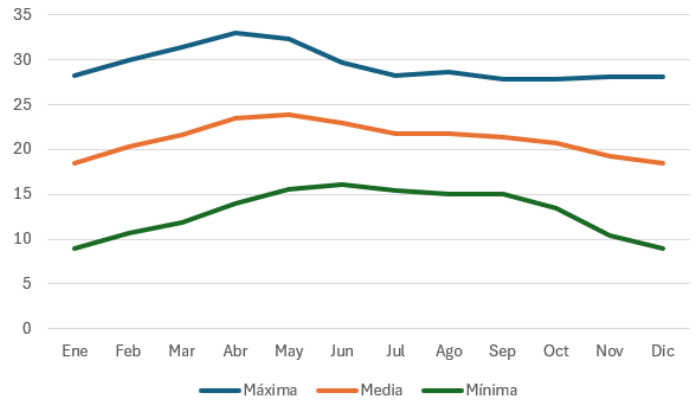


Figura 15. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en la RE

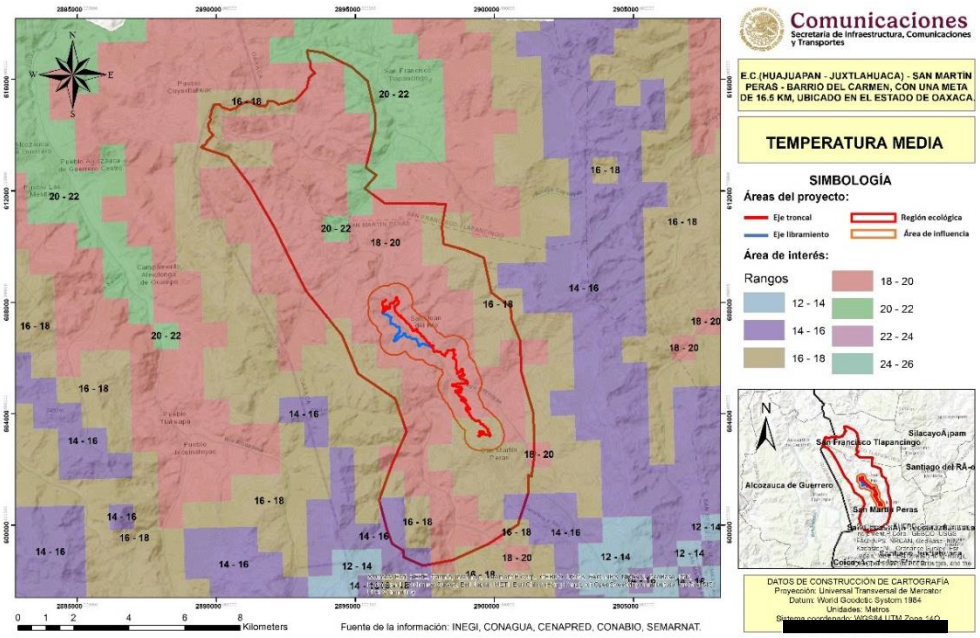


Figura 16. Temperatura media en la RE, AI y Área de proyecto

IV.4.1.4 Precipitación

De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para la RE es de 887, la precipitación mínima mensual se registra en el mes de diciembre, y la mayor durante el mes de julio. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de junio a septiembre. Para mayor detalle ver la siguiente figura.

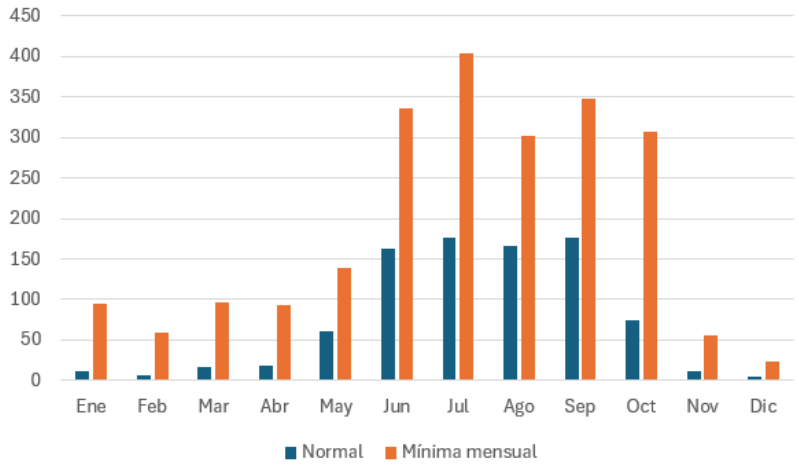


Figura 17. Comportamiento de Precipitación a lo largo del año en el SAR

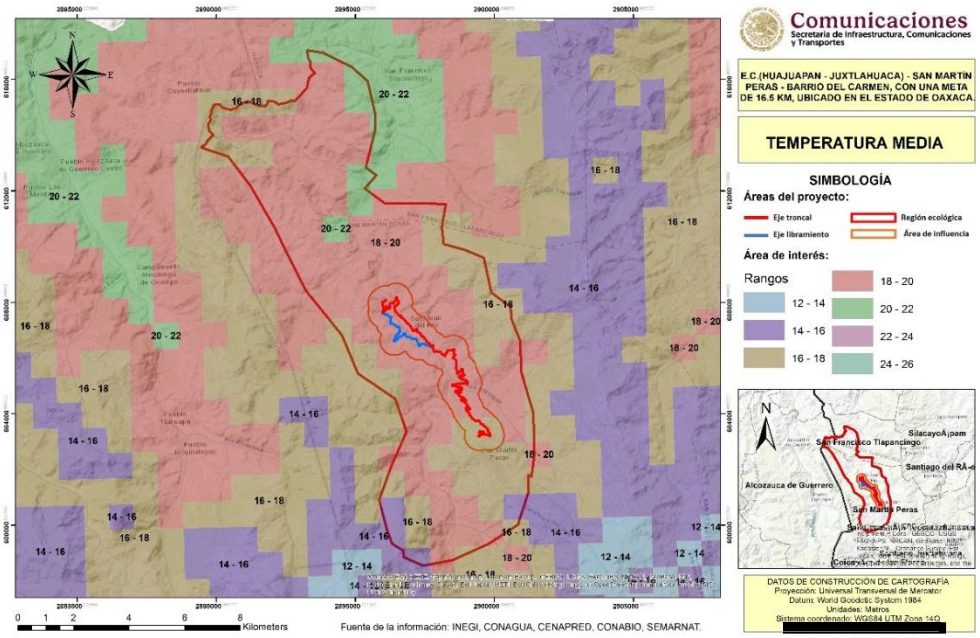


Figura 18. Precipitación en la RE, AI y Área de proyecto

IV.4.1.5 Fenómenos meteorológicos

En la Ley General de Protección Civil (2018), en su artículo 2, inciso XXIV define a un Fenómeno Hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados. A continuación, se presentan descripciones de cinco diferentes tipos de fenómenos hidrometeorológicos y sus grados de riesgo dentro de la RE.

IV.4.1.5.1 Ciclones tropicales

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión, se caracterizan por producir vientos fuertes, oleaje elevado, una sobreelevación del mar y lluvia abundante teniendo un impacto económico importante a escala mundial.

A partir de la base de datos del CENAPRED correspondiente al Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales en la superficie total del área de la RE, AI y el AP **es Muy Bajo** tal y como se muestra a continuación.

Cuadro 9. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por ciclones tropicales.

Riesgo	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Muy bajo	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100%
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

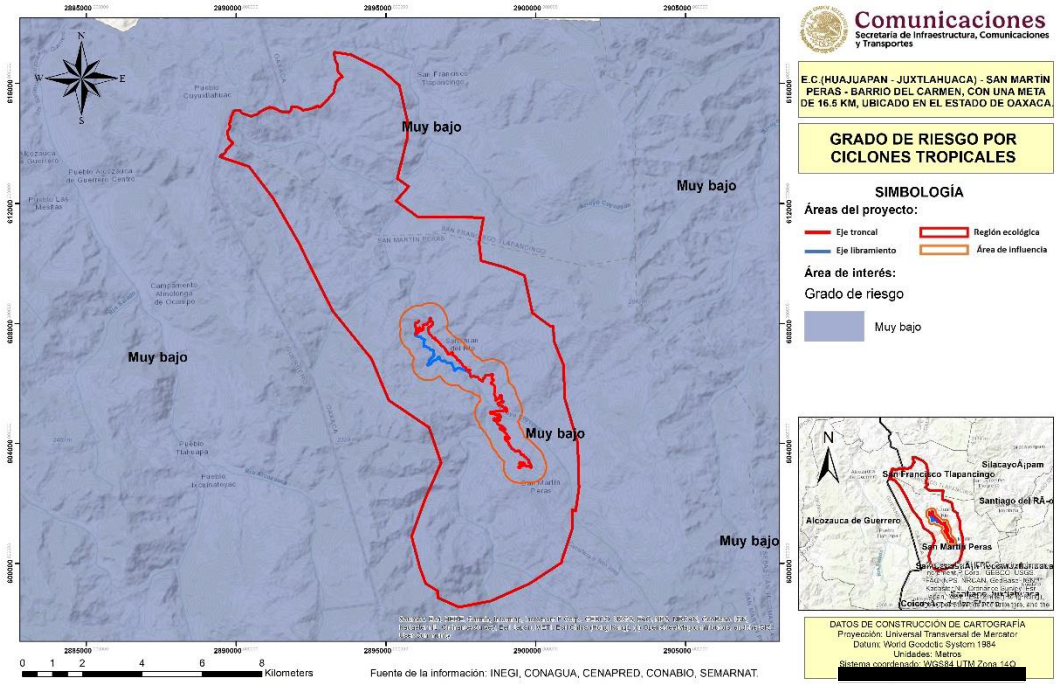


Figura 19. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales

IV.4.1.5.2 Inundaciones

Se conoce como inundación a aquel evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión y daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura (CENAPRED 2019). A partir de la base de datos del CENAPRED correspondiente al Grado de Riesgo por Inundaciones, el riesgo en la superficie total del área de la RE es **Bajo y Muy Bajo**, mientras que dentro del del AI y del AP el riesgo **es Bajo,** tal y como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por Inundaciones

Riesgo	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	7,144.2667	76.94%	1004.2342	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**
Muy bajo	2,141.6949	23.06%	0.0000	**0.00%**		
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

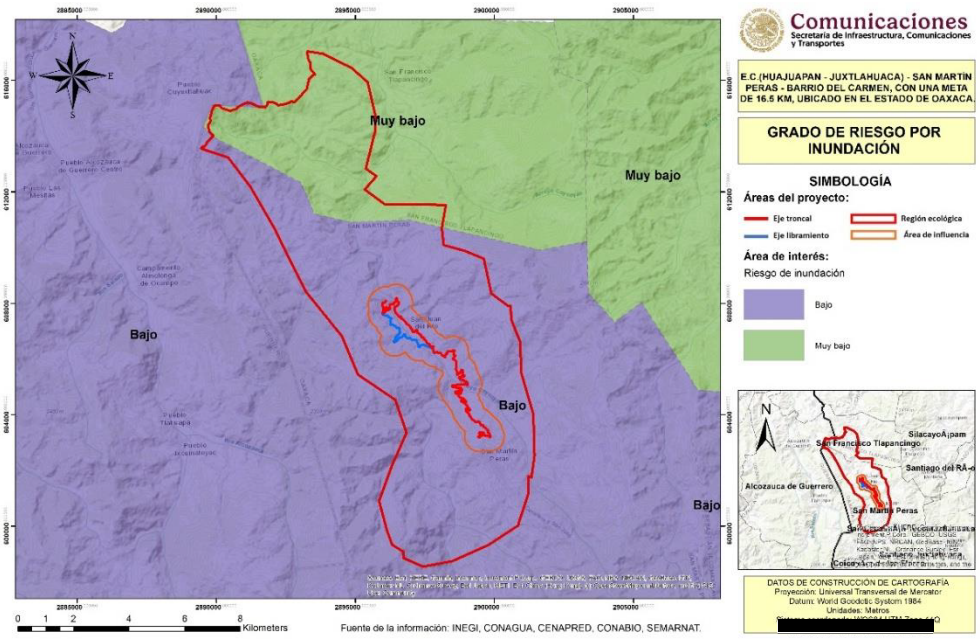


Figura 20. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por inundaciones

IV.4.1.5.3 Bajas temperaturas

De acuerdo con el Glosario Meteorológico, la temperatura está definida como la medida del movimiento molecular. Se mide usando escalas arbitrarias a partir del cero absoluto (-273 °C) donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Así, para definir las bajas temperaturas se describe la temperatura mínima como la temperatura más baja en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado.

Con base en el Atlas nacional de riesgos elaborado por CENAPRED, en la RE, AI y el AP presenta riesgo por bajas temperaturas con un grado de **Bajo** en su mayoría.

Cuadro 11. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por bajas temperaturas.

Riesgo	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Bajo	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

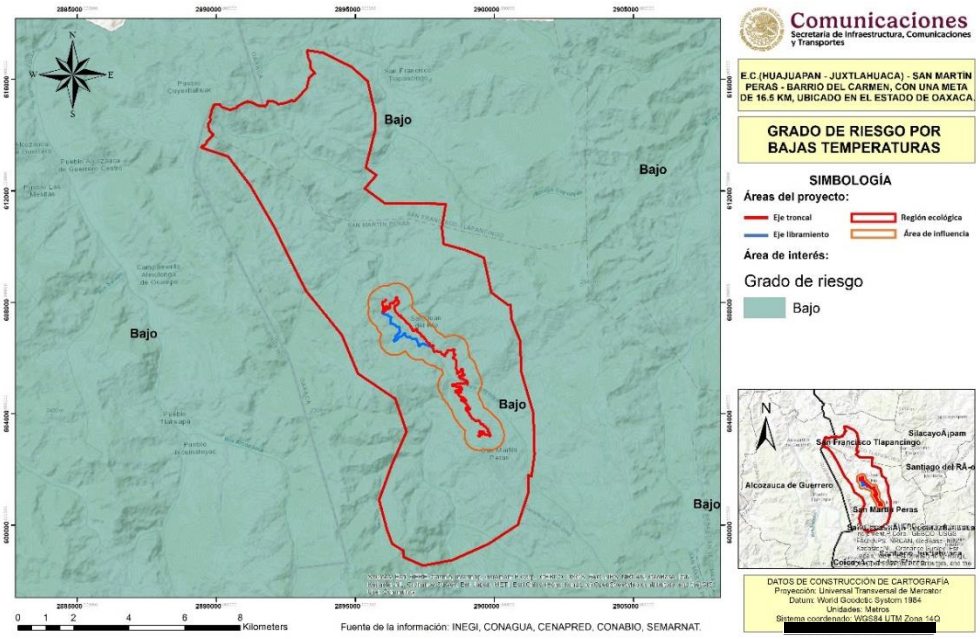


Figura 21. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto al grado de riesgo por bajas temperaturas

IV.4.1.5.4 Sequía

De acuerdo con el CENAPRED, no existe una definición de sequía que sea aceptada universalmente. Sus definiciones dependen del enfoque científico (meteorológico, hidrología, geografía, etc.), por lo que, desde el punto de vista meteorológico, la sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación.

Con base en el Mapa de Grado de peligro por Sequías del CENAPRED, se puede observar que en la RE, presenta nivel Medio y Bajo, mientras que el AI y AP presenta niveles de riesgo por la ocurrencia de sequías de grado **Bajo** en su mayoría de extensión

Cuadro 12. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por bajas temperaturas.

Riesgo	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Medio	7,144.2667	76.94%	1004.2342	**100.00%**		
Alto	2,141.6949	23.06%	0.0000	**0.00%**	26.6115	100.00%
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

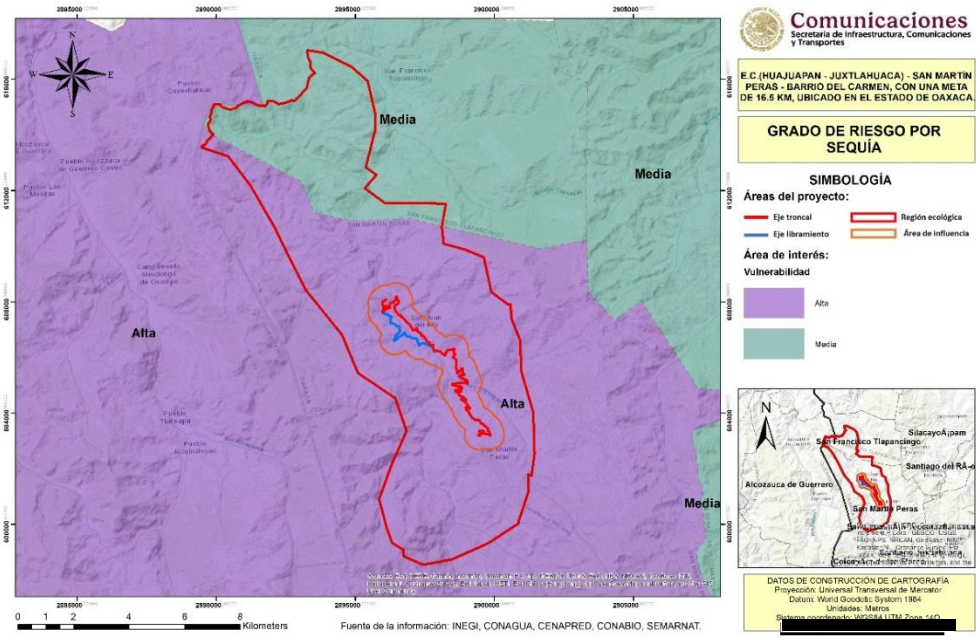


Figura 22. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por sequías

IV.4.1.5.1 Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas se producen en nubes cumulonimbos, las cuales se desarrollan en capas de aire de gran inestabilidad. En latitudes medias y altas, estas nubes llegan a grandes alturas, donde la temperatura es inferior a la de congelación; así, su parte superior está constituida por una mezcla de cristales de hielo y pequeñas gotas de agua. Las nubes de tormenta dan lugar a electrometeoros, que se definen como la manifestación visible o audible de la electricidad. Un rayo es una potente descarga entre dos centros de distinta carga eléctrica, pueden ser entre dos regiones de una nube, entre dos nubes o entre una nube y el suelo. En México, las tormentas eléctricas ocurren con mayor frecuencia en verano y un 10% en otoño e invierno (García, y otros, 2007). La peligrosidad de este

fenómeno radica en que pueden ocurrir en cualquier lugar del país y a que ocasionan incendios, dañan a la infraestructura, además de que pueden ocasionar pérdidas de la vida de ganado, heridos y muertes humanas. Con base en el Atlas Nacional de Riesgos elaborado por CENAPRED, se encontró que la RE presenta un nivel de riesgo “Muy Alto” por Tormentas eléctricas en 100% (ver cuadro y figura siguiente).

Cuadro 13. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a zonas con riesgo por Tormentas eléctricas.

Riesgo	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Muy Alto	7,144.2667	76.94%	1004.2342	**100.00%**	26.6115	100.00%
Alto	2,141.6949	23.06%	0.0000	**0.00%**		
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

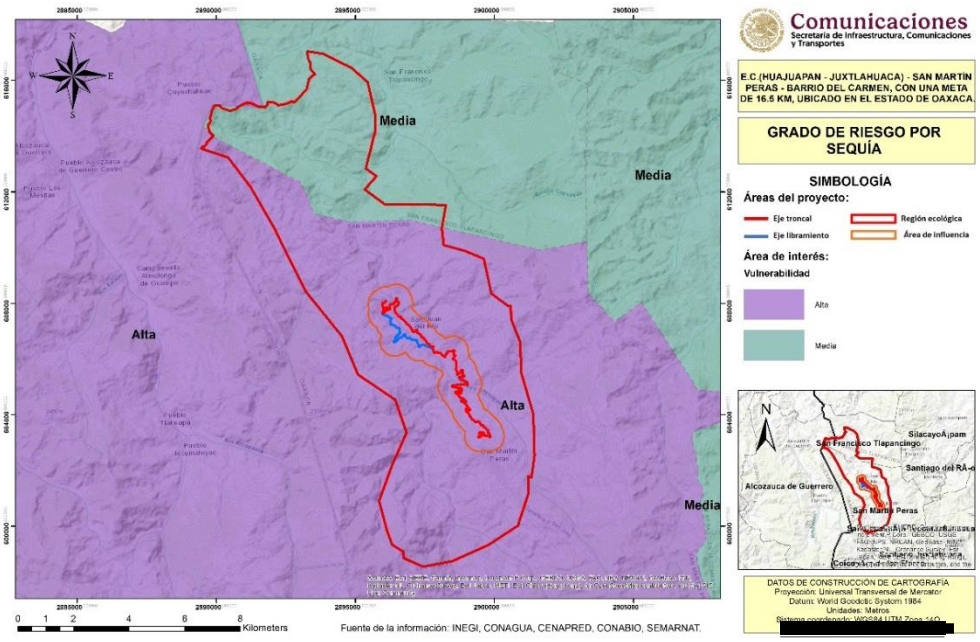


Figura 23. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al grado de riesgo por tormentas electricas

IV.4.1.6 Fisiografía

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Esta diversidad topográfica desempeña un papel importante en las actividades económicas y sociales del país, puesto que influye en las características climáticas, en el tipo de suelo y la vida silvestre; lo cual, a

su vez, repercute en las actividades agrícolas, ganaderas, forestales e industriales, así como en los asentamientos humanos. Para su estudio, el territorio nacional de México se puede dividir agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares, las cuales se denominan provincias fisiográficas. Desde luego dentro de las regiones o provincias fisiográficas pueden existir variaciones y diferencias, que determinan la existencia de dos o más subprovincias.

El instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática, con base en las condiciones antes mencionadas ha dividido para su estudio al territorio mexicano en 15 provincias Fisiográficas, que describen e integran el relieve del país con sus características más sobresalientes. Cabe resaltar que los límites políticos no suelen ajustarse a los naturales, por eso, algunas de las 15 provincias se comparten con los países vecinos; es el caso de la Gran Llanura de Norteamérica, en el norte del país, que es una pequeña penetración en México de un área que se extiende hasta Canadá, y de la provincia llamada Cordillera Centroamericana, la cual ocupa una mayor superficie en los países ubicados al sur de la frontera mexicana. El Sistema Ambiental Regional, se encuentra dentro de la provincia **Sierra Madre del Sur** cuya descripción se presenta a continuación

Provincia Sierra Madre del Sur: La provincia de la Sierra Madre del Sur se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste a sureste. Se inicia al sureste de la Bahía de Banderas, en el estado de Jalisco donde hace contacto con la Cordillera Neovolcánica, y continúa hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca. Tiene una longitud de 1.200 kilómetros, una anchura promedio de 150 kilómetros y una altura media de 2.000 msnm.; su punto más alto es el cerro QuieYelaag a una altura de 3710 msnm, en el sur de Oaxaca. La Sierra Madre Sur es la provincia de mayor complejidad geológica de México, y sus montañas están formadas por rocas de diversos tipos. Podemos encontrar rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provocó el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad. Los climas subhúmedos cálidos y semicálidos imperan en la mayor parte de la provincia. En ciertas regiones elevadas, incluyendo algunas con extensos terrenos planos, como los Valles Centrales de Oaxaca, rigen climas semisecos templados y semifríos; en tanto que al Oriente, colindando con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981). Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo. El mayor sistema fluvial de la Provincia corresponde al del Río Balsas, con importantes afluentes, como el Río Tepalcatepec y el Río Cutzamala.

Cuadro 14. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas.

Provincia	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sierra Madre Del Sur	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

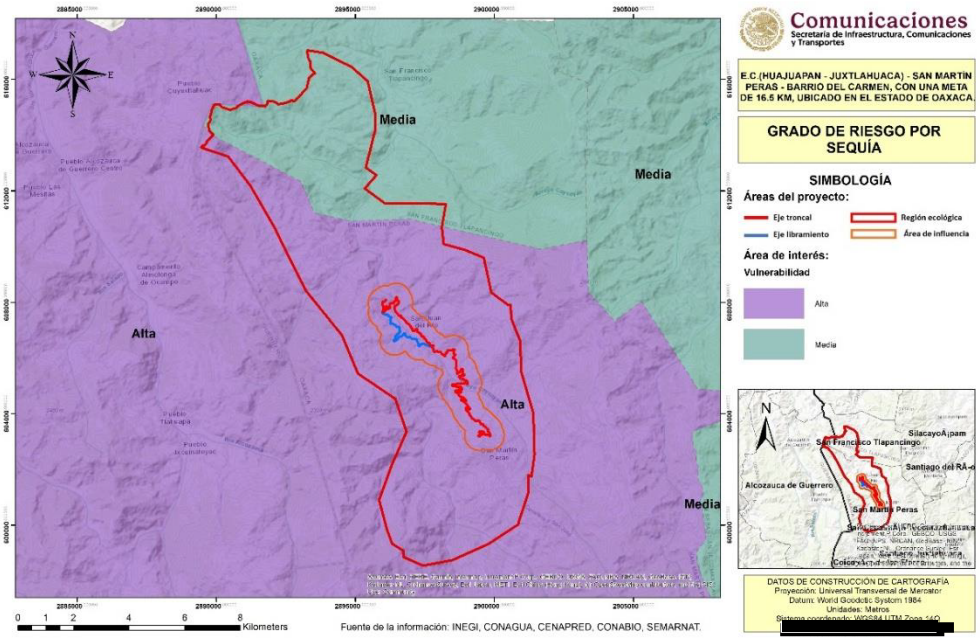


Figura 24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las Provincias Fisiográficas

Con respecto a las Subprovincias Fisiográficas, se distribuyen dos **Subprovincia Cordillera Costera del Sur.**

Cuadro 15. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas.

Subprovincia	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Cordillera costera del sur	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total	**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

Subprovincia Cordillera Costera del Sur se extiende en sentido noroeste-sureste, desde el sur de la ciudad de Colima hasta el oriente de Pluma Hidalgo, Oaxaca, a lo largo de la zona de subducción de la placa de Cocos a cuyos desplazamientos a través del tiempo debe su origen y evolución. En la porción oaxaqueña dominan rocas metamórficas del Precámbrico, rocas ígneas intrusivas del Mesozoico hacia el norte, noroeste y oeste de Santa Catarina Juquila, así como sedimentarias del Terciario en la zona de Santiago Juxtlahuaca y del Cretácico al norte y este de Putla Villa de Guerrero. Consiste en rocas intrusivas cristalinas, principalmente granitos y rocas metamórficas; y está caracterizada por una morfología de abruptas sierras, con elevaciones de más de 3,000 metros sobre el nivel del mar, barrancas profundas y valles intermontanos que definen pendientes moderadas. Los afloramientos calcáreos alcanzan altitudes de unos 2,500 metros sobre el nivel del mar y se orientan sensiblemente de sur a norte; el drenaje de tipo radial divergente y dentrítico en estas rocas es condicionado por los sistemas de fracturas y fallas que las afectan.

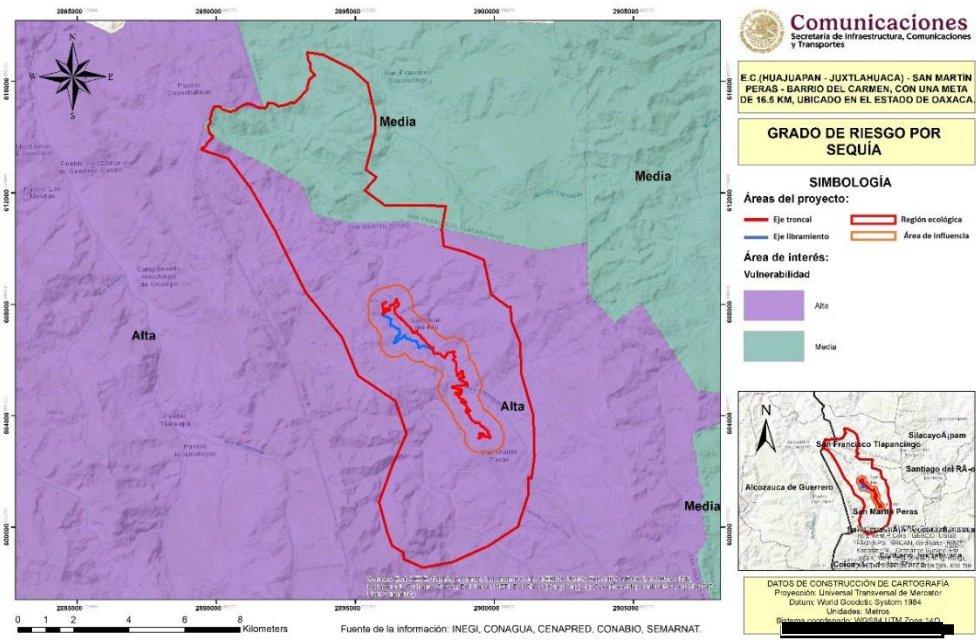


Figura 25. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las Subprovincias Fisiográficas.

IV.4.1.7 Riesgos de origen geológico

Con base el SGM un riesgo se refiere a las condiciones, procesos, fenómenos o eventos que debido a su localización y frecuencia pueden causar heridas, enfermedades o la muerte de seres humanos, y provocar daños al medio ambiente. Un riesgo geológico es aquel riesgo provocado por fenómenos naturales.

IV.4.1.7.1 Sismos

México es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. Se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de Richter, lo que equivale a un 6% de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo (Atlas Nacional de Riesgos, 2010). La principal actividad sísmica de México se encuentra en la zona de subducción en las costas del Océano Pacífico, en ella se ubica el estado de Oaxaca; por lo que es necesario prestarle importancia a los eventos sísmicos y los efectos que estos producen, así como las pérdidas que se pueden presentar en la región por esta causa.

Como se sabe, los sismos se originan en el movimiento de las placas tectónicas sobre las cuales descansa el lecho del océano Pacífico, que están en continuo movimiento y empujándose unas contra otras, lo que ocasiona que se acumule una gran tensión, (como si fueran un enorme resorte que se va presionando), cuando esta tensión se libera, producto del mismo movimiento de las placas, la tensión se libera originando los terremotos en la plataforma continental y provocando que se mueva la superficie de la corteza terrestre, este movimiento es lo que conocemos como temblor.

Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

Por otra parte, se debe decir que la República mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esta zonificación se elaboró para servir de apoyo en el diseño sísmico de estructuras, se realizó con base en los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de estos, los cuales datan de aproximadamente inicios de siglo. Es decir, estas regiones sísmicas reflejan que tan frecuentes son los temblores y cuál es la aceleración máxima del suelo que se espera por la acción de las fuerzas sísmicas. Respecto a las zonas, a continuación, se presenta una descripción general de cada una de ellas.

- **Zona A,** de baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.

- **Zona B**, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

- **Zona C**, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

- **Zona D**, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Con base en el análisis realizado del Mapa de Regionalización Sísmica del diseño elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), mediante la información disponible en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la RE, el AI y el AP se encuentran situados en la zona de susceptibilidad **sísmica D de muy alta densidad**, cubriendo el 100% de la superficie donde se ubica la unidad de análisis, como se observa en la siguiente figura.

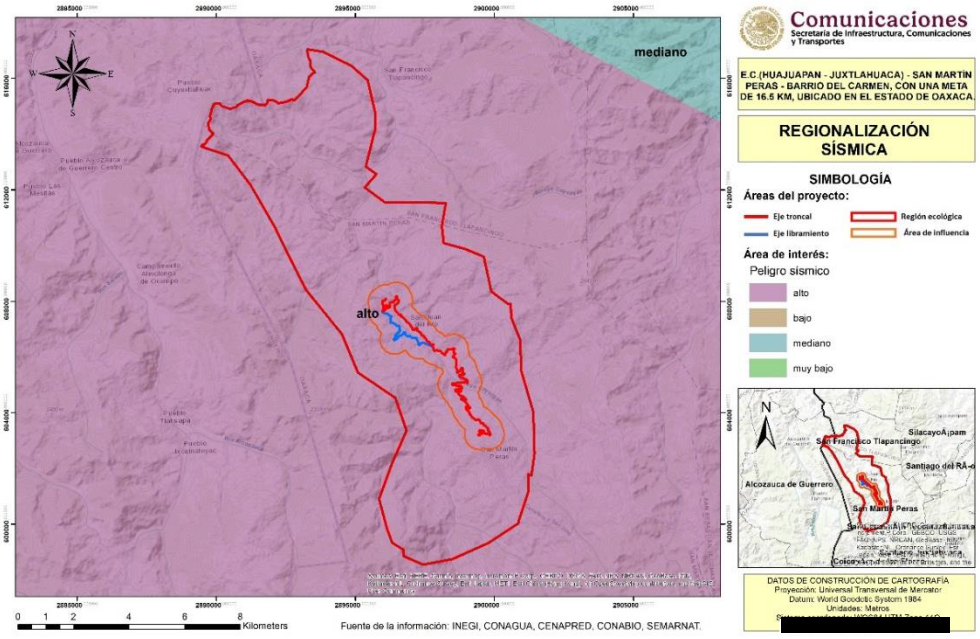


Figura 26. Regionalización sísmica

IV.4.1.7.2 Inestabilidad de laderas

De acuerdo con el Servicio Geológico Nacional, la inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, flujos y deslizamientos. Por otra parte, según el CENAPRED Los movimientos de las laderas ocurren cuando el pie (parte inferior) o alguna otra parte del cuerpo de los cerros o de las montañas se ven afectadas por causas naturales o artificiales.

Entre las causas naturales más comunes se encuentra el reblandecimiento del terreno por el agua de la lluvia, los sismos, la erosión y socavación que causan los ríos al pie de los cerros.

Las causas artificiales están, en algunos casos, relacionadas con las excavaciones o cortes que se realizan para extraer materiales, construir carreteras o preparar el terreno para la construcción de casas. Además de estas causas, existen otros factores que determinan la inestabilidad de las laderas; éstos son el clima, el tipo de rocas (geología), la forma del terreno (topografía) y la deforestación. La mayoría de los casos de inestabilidad ocurre en suelos y rocas alteradas suaves y su transporte ocurre de diferentes maneras: derrumbes, flujos y deslizamientos. En los siguientes apartados se describe cada una.

- **Un derrumbe** se define como el desprendimiento violento de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando.
- **Los flujos** son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.
- **Los deslizamientos** son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

Cada año, en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, causando decesos y cuantiosos daños materiales, principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Su ocurrencia es el resultado de la combinación de factores climáticos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y antropogénicos. Para el presente estudio se realizó la consulta del Conjunto de Datos Vectoriales de Susceptibilidad de Deslizamiento en Laderas del CENAPRED, basado en factores topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales. A partir de dicha información se definió que el 100% de la superficie de la **RE** no recae en ninguna zona con potencial a deslizamiento, siendo la más cercana la conocida como Pacifico Sur.

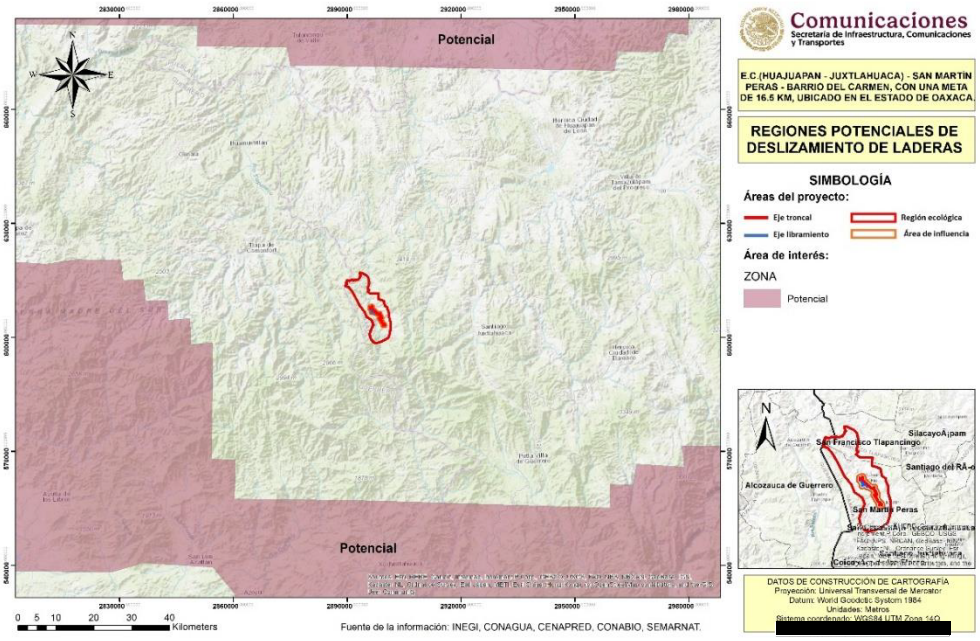


Figura 27. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las zonas potenciales a deslizamiento

IV.4.1.8 Sistema de topoformas

A partir de la fisiografía se deriva el sistema de topoformas que se refiere al conjunto de formas del terreno asociado a algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos que constituyen el producto de la interacción de los agentes formadores del relieve. De acuerdo con la categorización antes descrita, la superficie de la RE, AI y AP presentan dos tipos de topoformas denominadas Sierra alta compleja y Cañon típico principalmente. El siguiente cuadro nos muestra la distribución de superficies sobre la RE, de los sistemas de topoformas identificados.

Cuadro 16. Superficies en el SAR, AI y AP con respecto a los sistemas de topoformas.

Tipo	SAR		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sierra de cumbres tendidas	559.2265	6.02%	0	**0.00%**		
Sierra Alta compleja	8,249.52	88.84%	925.4587	**92.16%**	26.6115	100.00%
Cañon Típico	477.2177	5.14%	78.7755	**7.84%**		
Total	**9,285.96**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

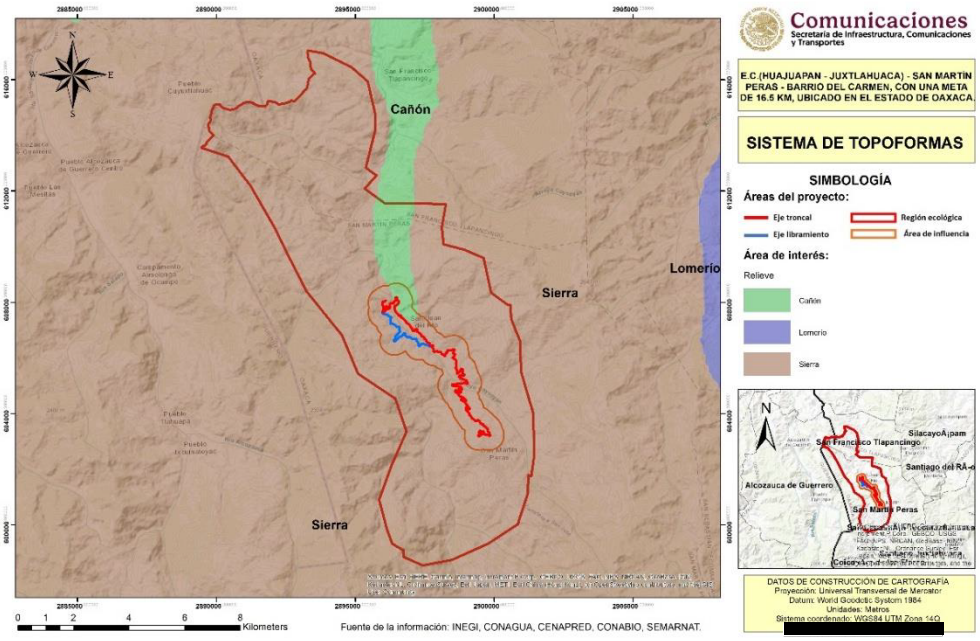


Figura 28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto al sistema de topoformas

IV.4.1.9 Geología

Se revisó el conjunto de datos vectoriales del INEGI, a fin de poder conocer los datos específicos del área de proyecto como son; origen geológico, y posibles riesgos de origen geológico como sismos, fallas y fracturas. Los tipos de roca que presenta la RE, AI y AP rocas del tipo Sedimentaria, extrusiva y metamórfica.

Cuadro 17. Superficies en la RE, AI y AP con respecto a los tipos de roca.

Clase	Tipo	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Sedimentaria	Conglomerado polígénico-Limolita	1,856.4929	19.99%	0.0000	**0.00%**		
	Arenisca-Lutita	46.3176	0.50%	0.0000	**0.00%**		
Metamórfico	Metasedimentario	7,112.3616	76.59%	1004.2342	**100.00%**	26.6115	100.00%
Extrusiva	Rolita	317.1071	3.41%	0.0000	**0.00%**		
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

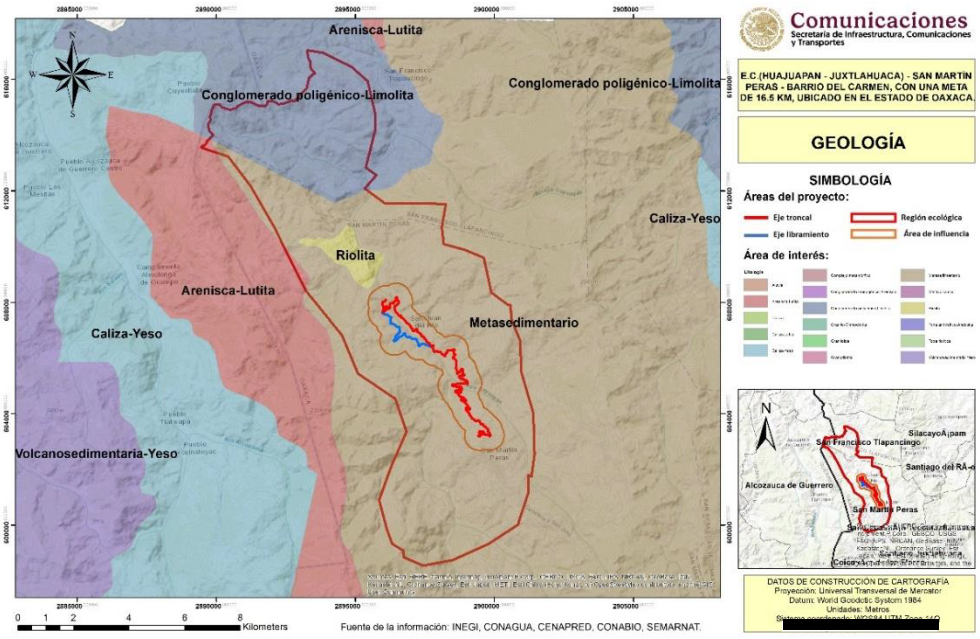


Figura 29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Geología

A continuación, se hace una descripción general del tipo de rocas presentes en la RE, en el AI y en el AP:

- **Ígnea extrusiva:** Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos (del griego pyro, fuego, y klastos, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños.
- **Rocas sedimentarias:** Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación. Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un *Proceso Sedimentario* (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como ***litificación***. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio

nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

- **Rocas Metamorficas:** Las rocas metamórficas (del griego meta, cambio, y morphe, forma, “cambio de forma”) resultan de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos bajo ciertas condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas, como son la temperatura, la presión y/o la actividad química de los fluidos agentes del metamorfismo Estos ajustes, impuestos comúnmente bajo la superficie, transforman la roca original sin que pierda su estado sólido generando una roca metamórfica. La roca generada depende de la composición y textura de la roca original, de los agentes del metamorfismo, así como del tiempo en que la roca original estuvo sometida a los efectos del llamado proceso metamórfico. Por la naturaleza de su origen puede haber una gradación completa entre las rocas metamórficas y las ígneas o sedimentarias de las que se formaron. El estudio de estas rocas provee información muy valiosa acerca de procesos geológicos que ocurrieron dentro de la Tierra y sobre su variación a través del tiempo. Para clasificar una roca metamórfica se debe conocer el tipo de metamorfismo que intervino, el cual puede ser variable ya que depende de los criterios que se tomen como base para diferenciarlo: puede clasificarse desde el punto de vista de la extensión, el ajuste y la causa, valor geológico, aumento o disminución de temperatura, etc., pero es muy usual definir tres principales tipos de metamorfismo según el agente metamórfico predominante: Regional, de Contacto y Dinámico.

IV.4.1.10 Edafología

IV.4.1.10.1 Tipo de suelo

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), la Región Ecológica está representada por Litosol. En el siguiente cuadro se desglosa la superficie ocupada por cada tipo y en la figura la distribución dentro de la RE.

Cuadro 18. Distribución de superficies de la RE, AI y AP con respecto a la edafología

Clave	Tipo	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
I	Litosol	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

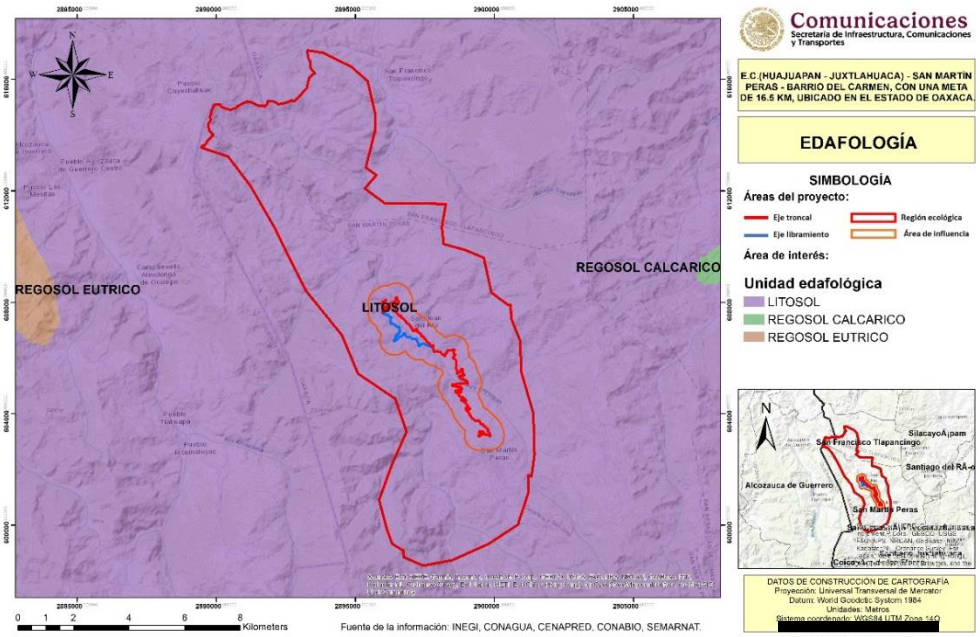


Figura 30. Unidades de suelo presentes en la RE y área de proyecto.

A continuación, se describen los diferentes tipos de suelo presentes en la RE:

- **Litosol**. Los Litosoles son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad. Existen situaciones en las que es posible observar un material gravilloso grueso entre el horizonte A y la roca consolidada, producto de la meteorización de esta última, lo que puede considerarse como un incipiente horizonte C. Carecen de horizonte diagnóstico subsuperficial presentando en la gran mayoría de los casos un perfil de secuencia A-R con horizonte diagnóstico superficial ócrico, úmbrico o melánico. El horizonte A es muy variable en sus características pudiendo presentar:
  - Espesores menores a 5 cm cuando el material parental sobre el cual se desarrolla es muy resistente a la meteorización.
  - Texturas desde franco arenosa o francas derivadas de areniscas y granitos hasta arcillo limosas en litosoles derivados de basalto
  - Elevados niveles de carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, saturación en bases y colores oscuros cuando se desarrollaron a partir de basalto, contrastando con los valores alcanzados por los litosoles de coloraciones más claras originados sobre granito y areniscas silicificadas.
  - Coloraciones rojizas que reflejan el elevado contenido de hierro libre, texturas francas y alta saturación en bases. Son los litosoles más superficiales de la cuesta basáltica.

Es frecuente que en el perfil de los Litosoles se observen gravas y trozos mayores de roca pudiéndose encontrar a menudo afloramientos rocosos y pedregosidad en la superficie. La difícil meteorización de su material parental y topografía generalmente accidentada favorece los procesos erosivos limitando su desarrollo en profundidad, sin embargo, se han observado algunos casos de Litosoles que han llegado a desarrollar un fino horizonte diagnóstico subsuperficial cámbico e incluso argilúvico, pero de poca importancia a fines taxonómicos. Es importante tener en cuenta que el escaso desarrollo en profundidad no debe enmascarar el hecho de que existen síntomas de una prolongada acción de los procesos de formación de suelos tales como la ganancia de materia orgánica, arcilla y estructuración del suelo.

IV.4.1.10.2 Degradación del suelo

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define a la degradación como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Este término a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo, sin embargo, la erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo

A partir de la base en la carta de degradación del suelo en la República Mexicana de SEMARNAT, en la RE el AI y el AP presentan **erosión hídrica**, tal y como se observa a continuación.

Cuadro 19. Tipos de erosión presentes en el SAR, AI y AP

Tipo	Grado	Causa	RE		AI		AP	
			Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Erosión hídrica con deformación del terreno	Moderado	Sobrepastoreo	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total			**9,285.96**	**100%**	**1004.2342**	**100%**	**26.6115**	**100.00%**

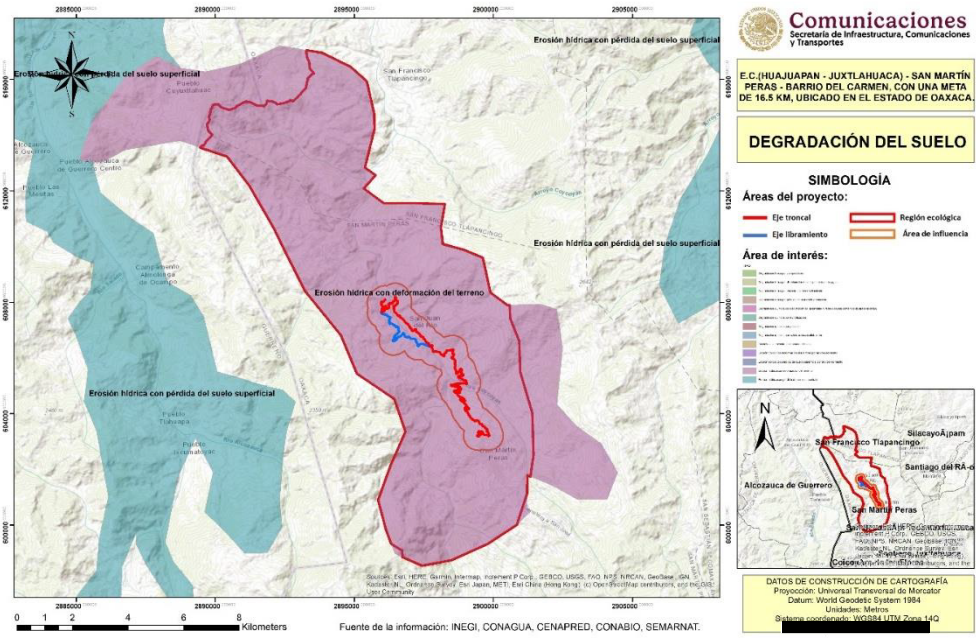


Figura 31. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la degradación del suelo

Erosión hídrica La compleja topografía del territorio nacional es un factor que, combinado con el manejo inadecuado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, puede favorecer las escorrentías que erosionan las capas superficiales del suelo. La erosión hídrica se divide en tres tipos: deformación de terreno, efectos fuera de sitio y pérdida de suelo superficial. Este último tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua. Los otros dos tipos de erosión hídrica están muy relacionados entre sí. Cuando el suelo es arrastrado por el agua debido a que no hay suficiente protección por parte de la vegetación, se llegan a formar canales y cárcavas. Estas deformaciones del terreno permiten el escurrimiento de una gran cantidad de agua y el arrastre de sedimentos que pueden llegar a presas, ríos o lagunas, entre otros cuerpos de agua, contribuyendo a su contaminación, azolvamiento e incluso a que lleguen a desbordarse e inunden zonas aledañas. A esto se le conoce como efectos fuera de sitio de la erosión hídrica.

De la superficie nacional con erosión hídrica (22.73 millones de ha), 56.4% se encuentra en el nivel ligero, 39.7% en el nivel moderado y 3.9% entre fuerte y extremo. Si se analiza a nivel estatal, en proporción a su superficie, Guerrero tiene la mayor afectación con 31.8% de su territorio con erosión hídrica; mientras que Baja California Sur (0.03%), Baja California (0.1%) y Veracruz (1%) se encuentran entre las menos afectadas.

IV.4.1.11 Hidrología subterránea y superficial

IV.4.1.11.1 Acuífero

Los acuíferos son formaciones geológicas conectadas de manera hidráulica por las que se almacena agua, es por ello, que son aprovechados para proveer este recurso para la realización de las actividades primarias y de servicio. El área del SAR, AI y AP presenta el 100% incidencia con el acuífero conocido como Tlapa - Huamuxtitlan

Cuadro 20. Acuíferos presentes en la RE, AI y AP

Nombre	RE		AI		AP	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Tlapa - Huamuxtitlan	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total	**9,285.96**	**100%**	**1004.2342**	**100%**	**26.6115**	**100.00%**

A continuación, se describe e ilustran al acuífero Tlapa - Huamuxtitlan:

El acuífero Tlapa-Huamuxtitlán, definido con la clave 1201 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción oriental del Estado de Guerrero, en el límite con el estado de Oaxaca, entre los paralelos 17°00' y 18°00' de latitud norte y los meridianos 98°11' y 98°57' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 4,759 km2. Limita al norte con el acuífero Ixcaquixtla, perteneciente al Estado de Puebla, al este con el acuífero Mariscala, perteneciente al Estado de Oaxaca, al oeste con el acuífero Huitzuco y al sur con los acuíferos Cuajinicuilapa y Papagayo, pertenecientes al Estado de Guerrero. Geopolíticamente, comprende en su totalidad los municipios de Alpoyeca, Copanatoyac, Huamuxtitlán, Tlalixtaquilla de Maldonado, Tlapa de Comonfort, Xalpatláhuac y Xochihuehuetlán, pertenecientes al Estado de Guerrero, y los municipios Calihual, San Andrés Tepetlapa, San Francisco Tlapancingo, San Juan Bautista Tlachichil, San Juan Ihualtepec, San Mateo Nejapam, San Miguel Ahuhuetitlán y Zapotitlán Lagunas, pertenecientes al Estado de Oaxaca. Parcialmente abarca los municipios Alcozauca de Guerrero, Atlamajalcingo del Monte, Atlixtác, Cualác, Malinaltepec, Metlatónoc, Olinalá, Tlacoapa y Zapotitlán Lagunas, pertenecientes al Estado de Guerrero, y los municipios Cocoiyán de Las Flores, San Juan Cieneguilla, San Martín Peras, Santa Cruz de Bravo, Santiago Tamazola y Santiago Yucuyachi, pertenecientes al Estado de Oaxaca. El área cubierta por el acuífero Tlapa-Huamuxtitlan pertenece a la Región Hidrológica No.18 Balsas, cuenca del Río Tlapaneco. Su corriente principal es el Río Tlapaneco (Río Grande), el cual se origina en la unión de dos corrientes: el Coicoyán o Salado que desciende de elevaciones de 1,750 msnm de la Sierra de Coicoyán, en el Estado de Oaxaca, y el río Atencochayota, que desciende de elevaciones de 1600 msnm desde la Sierra Malinaltepec en el Estado de Guerrero. El tipo de drenaje que predomina es dendrítico. Otra corriente importante es el Río Mixteco, el cual tiene sus orígenes en la vertiente occidental de la

Sierra de Oaxaca, en la región Mixteca, 25 km al sur-suroeste del poblado Santa María La Asunción Tlaxiaco, Oaxaca, donde se forma con las aportaciones de los ríos Tlaxiaco y Mixtepec y más adelante con las del Río Salado, considerado en esta parte como el colector general. Aguas abajo de la confluencia del Atoyac y el Mixteco, el Río Balsas recibe por su margen derecha las aguas del Río Nexapa. Este es otro de los formadores primarios del Río Balsas, que nace de los escurrimientos que descienden del Volcán Popocatépetl a una altitud de 5,400 msnm. Nueve kilómetros antes de su confluencia con el Río Balsas, sobre su margen izquierda, recibe las aguas del Río Tlapaneco, uno de los de mayor caudal de la cuenca Alto Balsas.

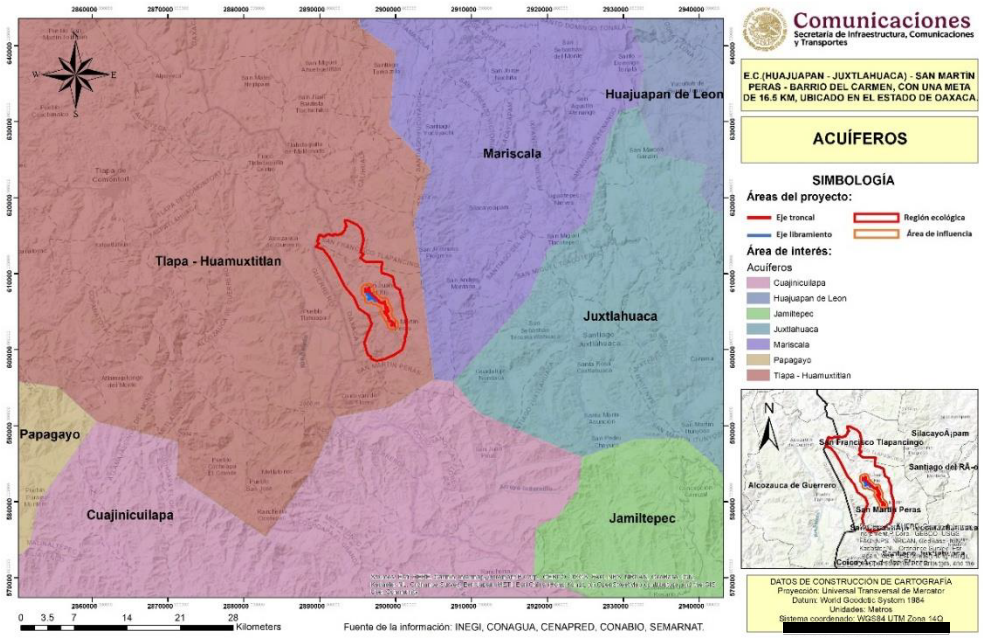


Figura 32. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Hidrología subterránea

IV.4.1.11.2 Hidrología superficial

Con base en los mapas de las regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas, a continuación, se indica a qué unidades pertenece la Region Ecologica, el Área de Influencia y el Área del proyecto, y finalmente se presentan los mapas de la hidrología superficial.

Región hidrológica

Las Regiones hidrológicas están conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas; en ellas se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas, por lo que sus límites son,

en general, distintos a la división política por estados y municipios. De manera particular el proyecto se encuentra en la región hidrológica Balsas.

Cuadro 21. Región hidrológica presentes en la RE, AI y AP

Clave	Región hidrológica	RE		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18	Balsas	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

Región hidrológica Balsas: incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados. la Región Hidrológica número 18 Balsas, se ha dividido en las Subregiones Hidrológicas Alto, Medio y Bajo Balsas. La primera está integrada por las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Alto Atoyac, Río Nexapa, Río Bajo Atoyac, Río Mixteco, Río Tlapaneco y Río Amacuzac. La Subregión Hidrológica del Medio Balsas está formada por las cuencas hidrológicas Río Medio Balsas y Río Cutzamala. Por su parte, las cuencas hidrológicas de Río Tacámbaro, Río Cupatitzio, Río Zirahuén, Río Paracho, Río Tepalcatepec y Río Bajo Balsas, están consideradas en la Subregión Hidrológica Bajo Balsas.

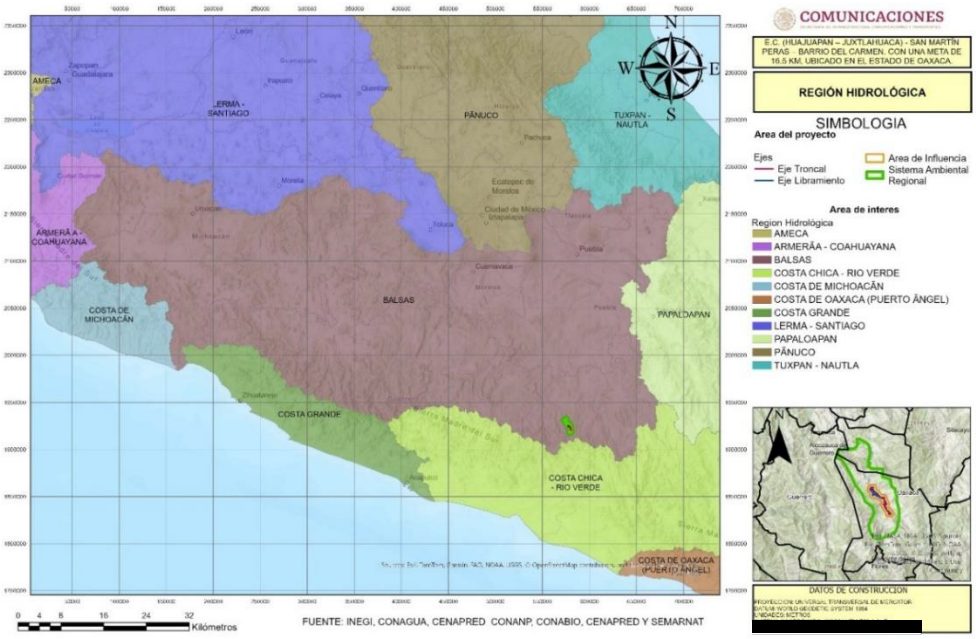


Figura 33.. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Región hidrológica

Cuenca hidrológica

Las cuencas hidrológicas son unidades del territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. Para el proyecto en la RE, AI y AP se encuentran en la cuenca **R. Tlapaneco.**

Cuadro 22. Cuenca hidrológica presentes en el SAR, AI y AP

Clave	Cuenca	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18E	R. tlapaneco	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

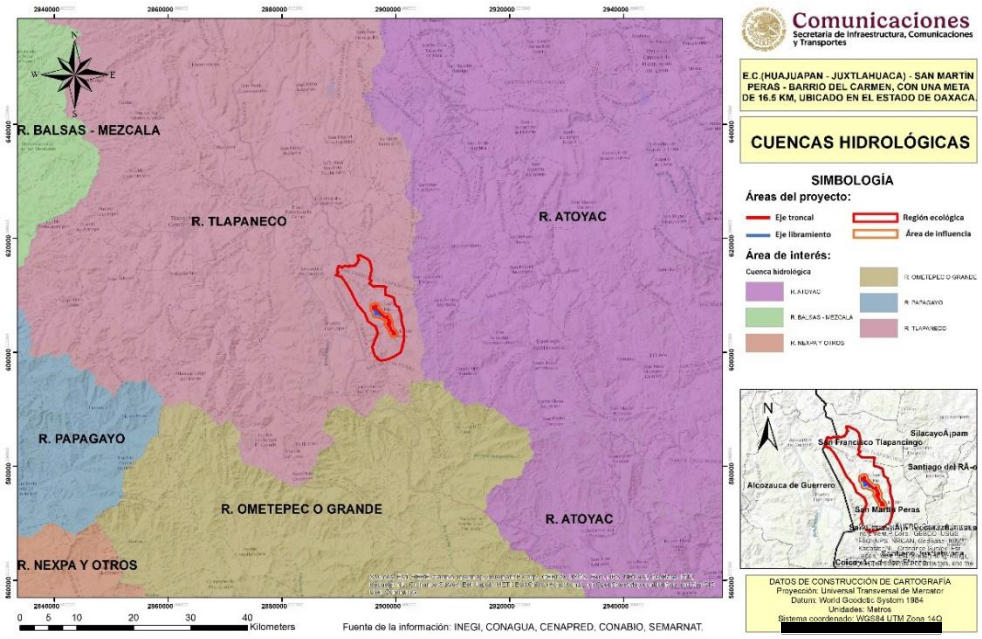


Figura 34.. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Cuenca hidrológica

Cuenca Hidrológica Río Tlapaneco (RH18E). Comprende desde el nacimiento del Río Tlapaneco, en las vertientes Norte de la Sierra de Coicoyán, en el Estado de Oaxaca, y de la Sierra de Malinaltepec en el Estado de Guerrero, en el complejo denominado Sierra Madre del Sur, hasta la ubicación de la estación hidrométrica Ixcamilpa, localizada en las coordenadas geográficas 98º 42' 30" de longitud Oeste y 18º 02' 15" de latitud Norte. La cuenca hidrológica Río Tlapaneco, tiene una superficie de aportación de 4,981.53 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Bajo Atoyac; al Sur por la

Región Hidrológica número 20 Costa Chica de Guerrero; y al Este por la cuenca hidrológica Río Mixteco.

Subcuenca hidrológica

Subcuenca hidrográfica, también subcuenca, y según la Directiva Marco del Agua, hace referencia a las partes en que se puede dividir una cuenca hidrográfica, definiéndose las subcuencas como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua, siendo este punto de confluencia en que desemboca el río principal que conforma la subcuenca, y a su través, esa subcuenca. En la RE, AI y AP se encuentran en una subcuenca, siendo la subcuenca R. Coycoyan.

Cuadro 23. Subcuencas hidrológicas presentes en la RE, AI y AP

Clave	Cuenca	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18Ec	R. Coycoyan	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

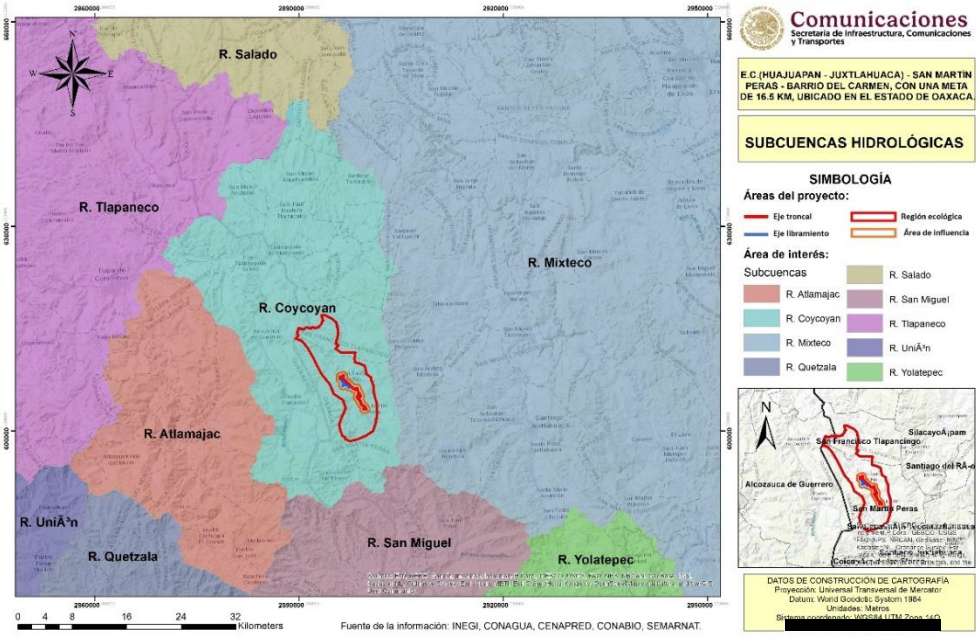


Figura 35. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Subcuenca hidrológica

Microcuenca hidrológica

Es importante mencionar que, en 2002 la SAGARPA instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), en el cual, se establecen propuestas de desarrollo integral que posteriormente son presentadas en proyectos específicos en beneficio de los habitantes de las microcuencas atendidas, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. De acuerdo con la Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM), realizada por el Colegio de Postgraduados (2007), se concluye que el diseño del programa es adecuado para alcanzar el propósito consistente en la planeación-acción-gestión participativa aplicada al desarrollo rural integral a nivel de microcuencas. En lo que respecta al FIRCO, el objetivo principal es revertir el deterioro de los ecosistemas a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad. De manera particular, en la RE se encuentra en 2 microcuencas FIRCO.

Cuadro 24. Microcuencas hidrológicas presentes en el SAR, AI y AP

Clave	Microcuenca	SAR		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
18-073-02-016	Ahuajutia (Ahuejutla)	6,017.27	64.80%	607.43	60.49%	16.0973	60.49%
18-073-02-026	San Martin Peras	3,268.70	35.20%	396.81	39.51%	10.5142	39.51%
Total		**9,285.96**	**100.00%**	**1,004.23**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

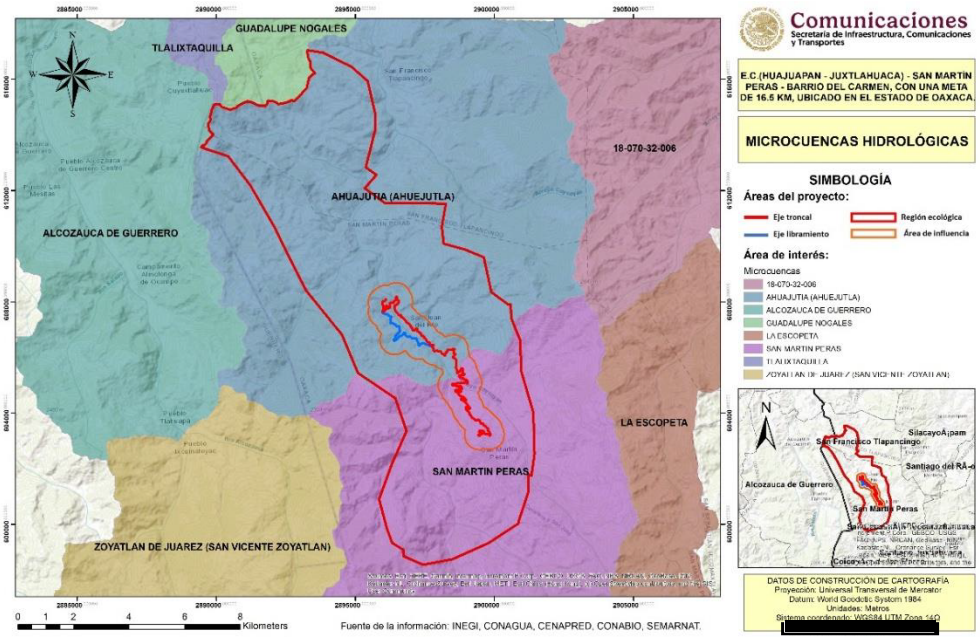


Figura 36. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la microcuenca hidrológica.

IV.4.1.11.3 Escurrimientos

Por otra parte, se realizó la consulta de la Red Hidrológica del INEGI, escala 1:50000, para ubicar los escurrimientos intermitentes y perenes que pudieran verse afectados o alterados por el Proyecto. En la cartografía de hidrología superficial se identifican los escurrimientos del área del proyecto, destacando el **Río Coicoyán** como la única corriente de tipo **perenne**. Este cuerpo de agua presenta tres intersecciones con los ejes del trazo. Por su parte, los escurrimientos **intermitentes** actúan como ramales tributarios que drenan hacia dicho río durante la temporada de lluvias, registrando 10 interacciones con el proyecto. Rio Coicoyán: El río Coicoyán es un afluente vital en la región Mixteca de Oaxaca, México, que atraviesa el municipio de Coicoyán de las Flores. Nace en las colinas de Metlatónoc, fluye a través de la zona de la Zarzaparrilla y termina en el pueblo de Tlapancingo, siendo conocido por sus crecidas estacionales

Cuadro 25. Escurrimientos presentes en la zona del Proyecto

Escurrimientos presentes en la zona de proyecto		
Tipo	**Troncal**	**Libramiento**
Perenne	2	1
Intermitente	8	5
Total	**10**	**6**

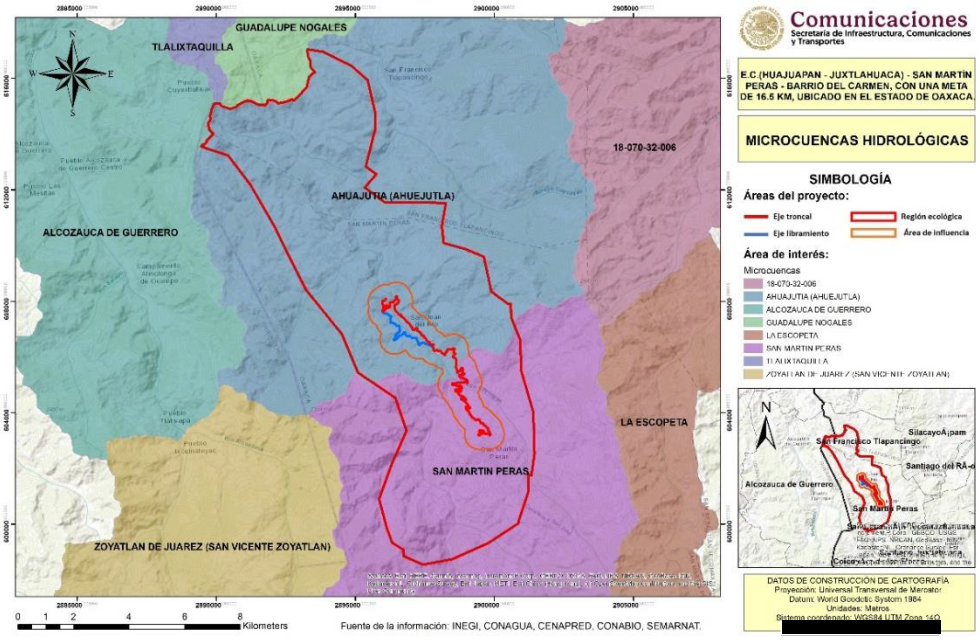


Figura 37. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la hidrológica superficial.

IV.4.2 Medio biótico

IV.4.2.1 Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 1.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

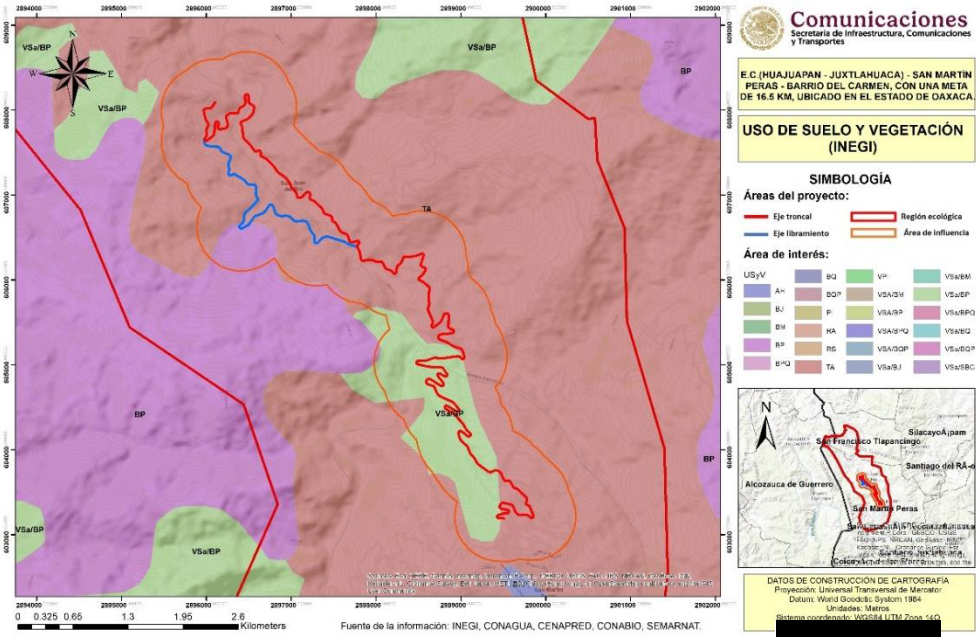


Figura 38.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales

LXXX. Vegetación forestal: Es el 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.

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

V. Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los

tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

IV.4.2.2 Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 26.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

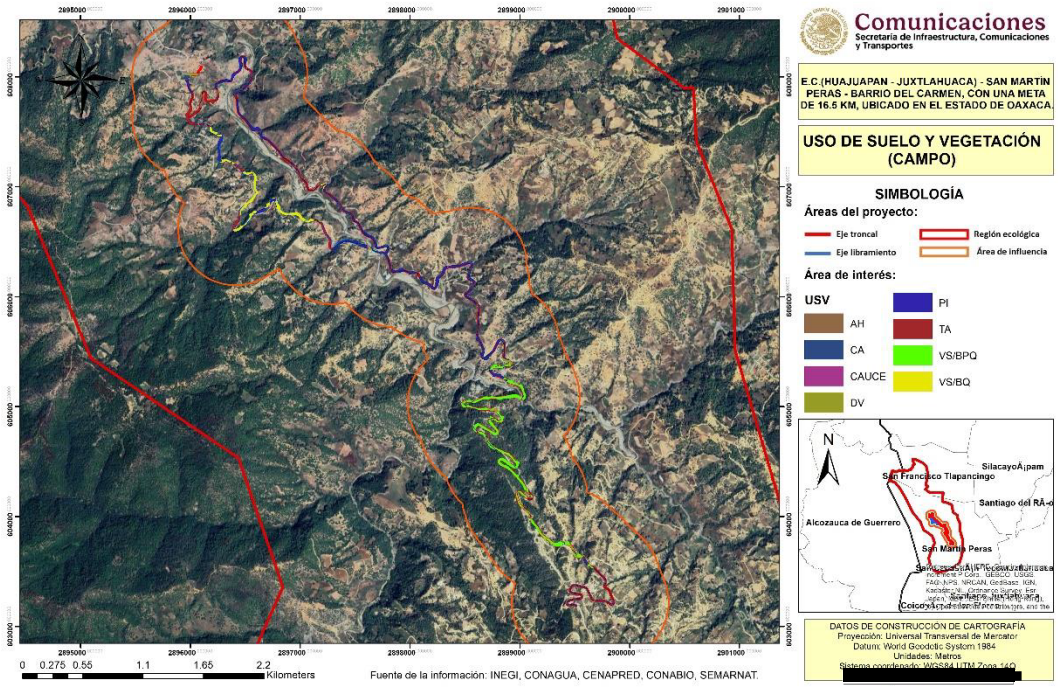


Figura 39.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 27.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	**8.2524**	**100.00%**

IV.4.3 Metodología para la caracterización de la vegetación

Trabajo de campo para el muestreo de flora

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es práctico enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos y así estimar el valor de los parámetros de la población; para las zonas extensas se citan muestreos aleatorios (Mateucci y Colma, 1982).

Considerando lo anterior, para determinar las especies presentes en el Sistema Ambiental, se realizó un muestreo aleatorio simple (probabilístico), este muestreo consiste en lo siguiente:

"Muestreo aleatorio simple": En esta técnica de muestreo todos los elementos de la población que serán elegidos para la muestra se seleccionan de manera aleatoria, de igual manera cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, a los elementos se le asigna un número que será único para su identificación (Malhotra, N. K., 2008).

Debido a lo anterior y a la necesidad que se tiene de representar las condiciones que tiene el Sistema Ambiental, se considera que toda la superficie dentro del área en cuestión cuenta con la misma probabilidad de ser elegida para muestrear, por lo que este método cumple con las necesidades a cubrir por el proyecto al desplegar una malla de puntos aleatoriamente.

El muestreo aleatorio simple ha mostrado diferentes ventajas, como son:

- Selección de los elementos de manera equitativa, ya que tienen la misma probabilidad de selección
- Cada selección de elemento es independiente de las demás
- Tiende a producir muestras representativas.

En la tabla siguiente se presentan las variables medidas para cada uno de los estratos analizados.

Cuadro 28.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.

Estrato	Características	Variables medidas
Herbáceo	Individuos de especies cuyo tallo, raíz y ramaje carecen de las estructuras leñosas, se excluyen a las cactáceas.	**Número de individuos por especie.**
Arbustivo, Cactáceas (y plantas rosetófilas)	Individuos que no tiene un tronco predominante. Los troncos se ramifican a partir de la base (ramas). Presentan una altura generalmente menor a 5 metros. Las cactáceas tienen tallos suculentos capaces de almacenar y conservar agua, sustituyen sus hojas por espina. Las plantas rosetófilas son arbustos espinosos con hojas en forma de roseta	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol.
Arbóreo	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presentan un diámetro normal de al menos 5 cm (individuo adulto), y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable. Presenta una altura generalmente mayor a 5 metros. Se consideraron árboles en etapa juvenil con diámetro normal menor a 5 cm.	**Número de individuos por especie.** **Altura:** medida sobre el eje del árbol, entre el suelo hasta el ápice de la copa. **Diámetro normal:** medida que se realiza para medir el ancho de fuste del árbol a la altura de 1.30 m. **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.

Metodología del muestreo

Para el levantamiento de las variables señaladas anteriormente para cada uno de los estratos a describir, se siguieron los pasos siguientes:

En campo, se procedió a ubicar la coordenada central del sitio de muestreo registrada en el GPS, se tomó una fotografía al GPS en el que se aprecia la coordenada central del sitio de muestreo. En la bitácora de campo se registraron la fecha, número de sitio, tipo de vegetación, pendiente del sitio de muestreo y nombre del proyecto.



Figura 40. Registro de datos generales del sitio de muestreo.



Figura 41. Registro de coordenada central de sitio de muestreo.

Una vez localizada la coordenada, se seleccionó un árbol que fungió como centro del sitio de muestreo, con pintura en aerosol se escribió la nomenclatura correspondiente al sitio de muestreo, en el caso del área de proyecto se utilizó el acrónimo AP, AI, RE seguida del número del sitio de muestreo, ejemplo, AP-01, AP-02.



Figura 42. Numeración del sitio de muestreo en árbol.

Definido el centro del sitio de muestreo, con una cinta métrica, se midieron 20 metros de largo del centro en dirección al inicio del proyecto y 20 metros de largo del centro en dirección al final del proyecto, así como 5 metros de ancho a la izquierda y 5 metros de ancho a la derecha, de tal forma que se tengan unas medidas finales de 40 metros de largo por 10 metros de ancho, se utilizó una brújula para disponer de direcciones francas y formar un polígono regular, de igual manera, se compensó las distancias de acuerdo a la pendiente del terreno. El estrato arbustivo fue conformado por una parcela de 20 m x 20 m, tomándose la mitad del sitio de muestreo.

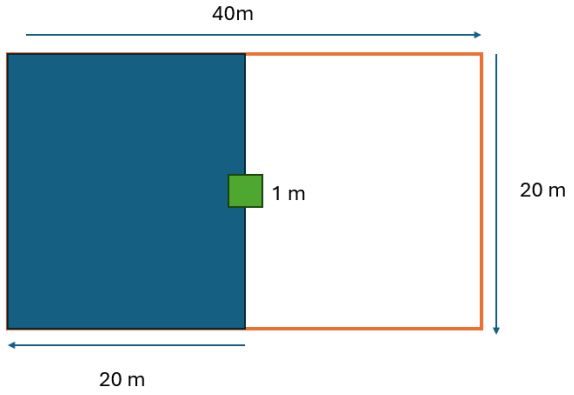


Figura 43. Diagrama del sitio de muestreo de flora.

Para la delimitación de los vértices de cada cuadrante, se utilizó cinta de precaución, registrando la coordenada UTM en el GPS, así como en la bitácora de campo.



Figura 44. Colocación de cinta para identificar los vértices del sitio de muestreo.



Figura 45. Delimitación del sitio de muestreo.

Para el caso del estrato herbáceo, se delimitó un cuadrante de 1 m x 1 m al centro del sitio de muestreo con ayuda de una cinta métrica.



Figura 46. Delimitación del sitio de muestre herbáceo (1mx1m).

Una vez que se tienen definidos los cuadrantes, se procedió a levantar la información de campo por estrato, anotándola en las bitácoras elaboradas, se inicia el conteo de individuos en dirección inicio del proyecto a final del proyecto, en forma de zigzag.

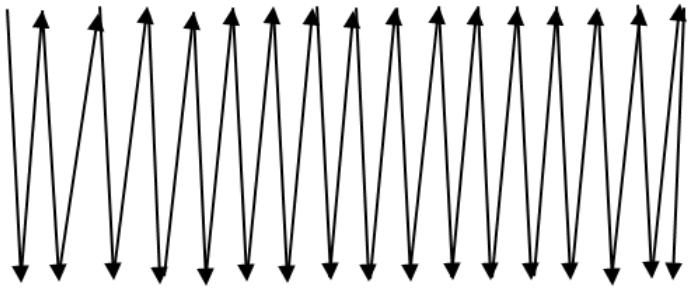


Figura 47. Esquema de medición de individuos en el sitio de muestreo.

Herbáceo: debido a la fragilidad de las especies que componen este estrato, y que fue necesario hacer varios recorridos por el sitio para el conteo de individuos de los otros estratos, se optó por iniciar el trabajo de muestreo en el estrato herbáceo. En este sentido, primeramente, se registró el nombre científico y/o común de las especies, se contabilizaron los individuos por especie, se midieron con cinta métrica sus alturas y cobertura 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar.



Figura 48. Registro de especies del estrato herbáceo.

Arbóreo: se inició a partir del árbol central, el cual se registró como el árbol 1, se anotó el nombre científico y/o común de este ejemplar arbóreo en la bitácora, posteriormente a cada

ejemplar, con pintura aerosol, se le colocó un número consecutivo, en dirección al centro del sitio de muestreo, para evitar contarlo dos veces.



Figura 49. Numeración del arbolado.



Figura 50. Identificación y registro de especies en la bitácora.

Medición de diámetro. Con una forcípula se midió el diámetro normal a una altura de 1.30 metros, sólo se consideraron individuos arbóreos con diámetro igual o mayor a 5.0 cm. En los casos donde un árbol presentó bifurcación por debajo de 1.30 m de altura (punto de medición estándar), y cada bifurcación tenía un diámetro normal ≥ 5.0 cm, estas se consideraron como individuos independientes, registrándose como ramificaciones del árbol principal.



Figura 51. Medición de diámetro normal con forcípula.

Medición de altura. Con el apoyo de un clinómetro o pistola Haga, se midió la altura total de cada individuo arbóreo, colocándose a una distancia donde se pudiera aprecian tanto la base como la punta del ejemplar. La altura se obtuvo en metros y se registró en la bitácora de campo.

Medición de copa. Con ayuda de una cinta métrica se midieron los diámetros de copa norte-sur (diámetro de copa 1) y este-oeste (diámetro de copa 2), es decir, en forma de cruz.



Figura 52. Medición de copa del arbolado.

Para los individuos de porte arbóreo con diámetro normal menor a 5.0 cm, se midieron las alturas totales de los individuos y los diámetros de copas 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar.



Figura 53. Registro de individuos arbóreos con diámetro menor a 5 cm.

Arbustivo, cactáceas, epífitas, enredaderas, palmas. En estos estratos, de manera separada de acuerdo con la forma de vida del individuos, se anotó el nombre científico y/o común de cada uno de ellos, se contaron las frecuencias de los individuos, se midieron sus alturas totales (cuando se pudo se realizado con cinta métrica, en caso contrario se utilizaron instrumentos de medición, como en el caso del estrato arbóreo, para obtener la atura total de forma indirecta), con cinta métrica se midieron los diámetros de copa 1 y 2 (en forma de cruz) de cada ejemplar. Estas formas de vida se contabilizaron en la subparcela de 100 m^2. Se toman fotografías de cada individuo, para la revisión en gabinete de los nombres científicos, así como para mantener un acervo fotográfico de las especies muestreadas, en caso de requerirse por la entidad evaluadora.



Figura 54. Registro de especies del estrato arbustivo.

Tomar fotografías de las especies registradas para cada uno de los estratos en el muestreo de flora, con fines de corroborar la identificación de las especies y tener un anexo fotográfico de la flora del área de estudio.



Figura 55. Toma de fotografías a las especies registradas en el muestreo.

Tomar fotografías del sitio de muestreo, orientadas hacia cada uno de los 4 puntos cardinales, con la finalidad de tener un panorama de las condiciones de los sitios de muestreo, y determinar cualitativamente su estado de conservación y las características naturales de ellos.

Figura 56. Condiciones del sitio de muestreo.

Tamaño de la muestra

Romahn de la Vega y Maldonado R. (2010), indican que el muestreo simple al azar es el método fundamental de selección y todos los otros procedimientos de muestreo probabilístico son realmente modificaciones que pretenden lograr mayor economía o precisión. El muestreo simple al azar requiere que todas las posibles combinaciones de las n (tamaño de muestra) unidades muestrales tengan una probabilidad igual de ser elegidas entre la población de N (tamaño de la población). La elección de una unidad muestral debe estar libre de toda predisposición y debe ser totalmente independiente de la elección de las otras unidades.

El número de observaciones necesarias en una muestra dependerá de la precisión deseada

y de la variabilidad inherente de la población muestreada (Romahn de la Vega y Maldonado R., 2010). Para la estimación de tamaño de muestra se utilizó una precisión o nivel de confianza de 95% y la estadística descriptiva de la variable número de individuos. Posteriormente se calculó el tamaño de muestra con la ecuación que se muestra a continuación:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E_{\%}^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.
N = Tamaño de la población.
t = Valor de la tabla de t de Student con α y n-1 grados de libertad.
CV = Coeficiente de variación (%)
E = Error de muestreo en %.

Respecto a los valores de la tabla de t de Student, debido a que el nivel de confianza o precisión deseado es 95% se utilizó un α=0.05; por otra parte, los grados de libertad (n-1) se obtuvieron por medio de los sitios levantados. A continuación, se muestra el análisis estadístico para determinar la confiabilidad del tamaño de muestra seleccionado para cada uno de los tipos de vegetación presentes en el área de proyecto.

Intensidad de muestreo

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la fórmula siguiente:

IM = n / N x 100

Dónde:
IM = Intensidad de muestreo en porcentaje
n = Número de unidades muéstrales
N = Número total de unidades en la población

El número total de unidades en la población se obtiene de la manera siguiente:

N = Superficie total estudiada / superficie del sitio

Cuando se dice que se utilizará una IM de 6%, quiere decir que se muestrearán 6 ha de cada 100 ha y si se emplean sitios o unidades muestrales de 0.1 ha cada uno (1000 m^2), se tendrán que medir 60 sitios en cada 100 ha.

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera.

La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque y está en función de dos consideraciones:

a. Económicas (a mayor intensidad, más costo y viceversa).
b. Estadísticas (a mayor intensidad más precisión y viceversa).

Análisis de diversidad y estructura

Una vez obtenida la información de campo, para obtener los parámetros de biodiversidad que permitieran llevar a cabo un análisis de las condiciones de las especies que conforman la vegetación de los estratos para los dos tipos de vegetación identificados, se estableció la siguiente metodología:

a. Identificación de las especies representadas en los diferentes estratos. Dicha clasificación se realizó con lo visto en campo (apoyo de guías locales), así como de manuales y literatura especializada.
b. Determinación de los parámetros estructurales de la comunidad, como número de individuos por hectárea y cobertura de cada comunidad vegetal.
c. Cálculo de los parámetros de la vegetación, tales como densidad, dominancia, frecuencia; de acuerdo las ecuaciones señaladas en la tabla siguiente.

- **Índice de Valor de Importancia (IVI)** es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia decada especie en rodales mezclados. Para calcular en IVI en cada estrato se utilizó la siguiente formula:

$$\textbf{IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa}$$

- **Dominancia relativa** es un estimador de la biomasa y se obtuvo de la siguiente manera:

$$\textbf{Dominancia relativa} = \frac{\textbf{DA}}{\textbf{DA de todas las especies}}$$

Donde:
Dominancia absoluta (DA) = Área basal de una especie / Área muestreada

- **Densidad relativa** se refiere al porcentaje de la suma de todas las ocurrencias de una especie en particular respecto a la sumatoria de ocurrencia de todas las especies en la misma comunidad. Se calcula de la siguiente manera:

$$\textbf{Densidad relativa} = \frac{\textbf{DenA}}{\textbf{DenA de todas las especies}}$$

Donde:

Densidad absoluta (DenA) = Número de individuos de una especie / Área muestreada

- **Frecuencia relativa** indica la presencia de cada especie en los puntos de muestreo realizados, por lo que es un reflejo de las características de su distribución en el SAR y se obtuvo de la siguiente manera.

$$\textbf{Frecuencia relativa} = \frac{\textbf{FrecA}}{\textbf{FrecA de todas las especies}}$$

Donde:

Frecuencia absoluta (FrecA) = Número de sitios donde se presentó la especie / Total de sitios muestreados.

d. Determinación de la estructura y composición florística, mediante los parámetros señalados en la tabla siguiente:

- **Riqueza (S):** es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.

$$\boldsymbol{Riqueza}\ (\boldsymbol{S}) = N\acute{u}mero\ de\ especies\ identificadas$$

- **Índice de Shannon-Wiener (H´):** Es un índice basado en la equidad, expresala uniformidad de los valores de importancia atreves de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbres en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)
pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni\ N
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies

La interpretación de este índice se hizo en base a lo sugerido por Magurran (1988) quien indica que los valores menores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.1 como de diversidad alta.

- **Diversidad máxima (H´ max):** será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa

$$\boldsymbol{Diversidad\ máxima\ (H'max)} = \ln S$$

- **Índice de Pielou (J´):** El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$\mathbf{J´= \frac{H´}{H´max}}$$

IV.4.4 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en la Región Ecológica

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación de Bosque de Encino

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de Encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 6 especies de 5 familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae es la que presenta un mayor número de especies con un total de 2.

Cuadro 29. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo

No	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
1	Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
2	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres Barbas	-	-	Nativa
3	Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
4	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cuchara	-	LC	Endémica
5	Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
6	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	-	Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio

IV.4.4.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 2 especies, de las cuales, sobresale la especie Quercus rugosa con un IVI de 193.77, un IDR de 143.77, una abundancia de 762.50 ind/ha e IS de 0.073.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de 825 ind/ha y un IS de 0.268.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro

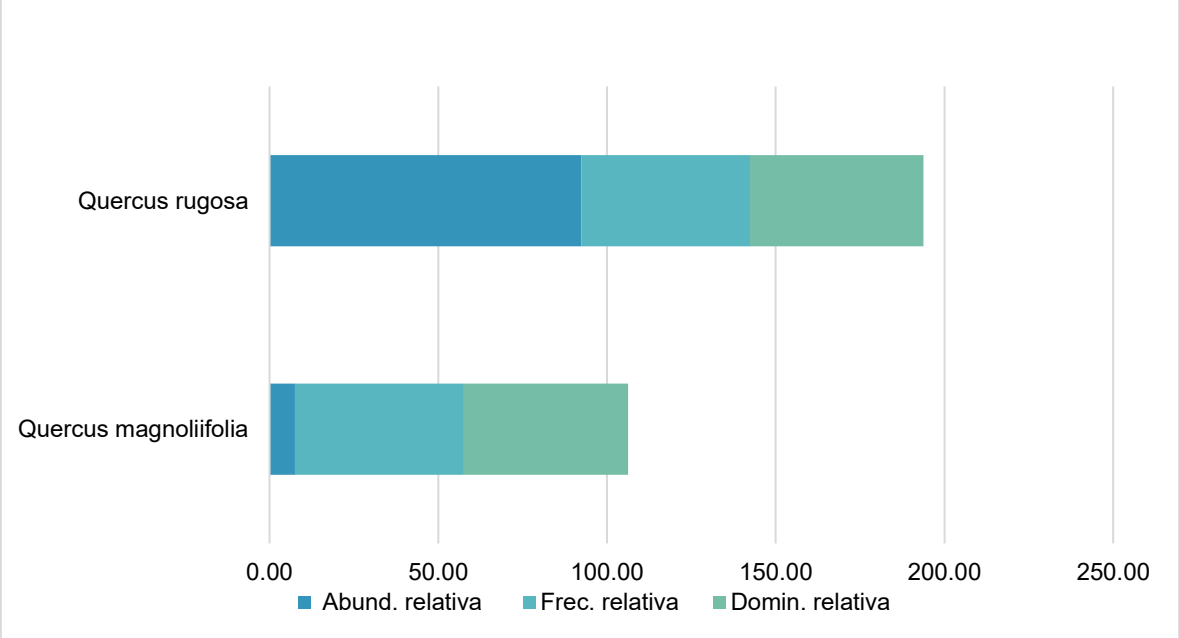


Figura 57. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 30. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo.

Núm.	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
1	*Quercus magnoliifolia*	-	62.50	7.58	1.00	50.00	13.06	48.66	106.23	56.23	0.195
2	*Quercus rugosa*	-	762.50	92.42	1.00	50.00	13.78	51.34	193.77	143.77	0.073
Total			**825.00**	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**26.84**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.268**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en la RE está representado por 2 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Quercus rugosa*** con un IVI de 127.97, un IDR de 94.63, una abundancia de 225 ind/ha e IS de 0,359, seguido de la especie ***Vachellia farnesiana*** con un IVI de 96.52, un IDR de 63.19, una abundancia de 200 ind/ha e IS de 0,367, y la especie ***Quercus magnoliifolia*** con un IVI de 75.51, un IDR de 42.18, una abundancia de 75 ind/ha e IS de 0,285.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **500 ind/ha** y un IS de **1.010.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

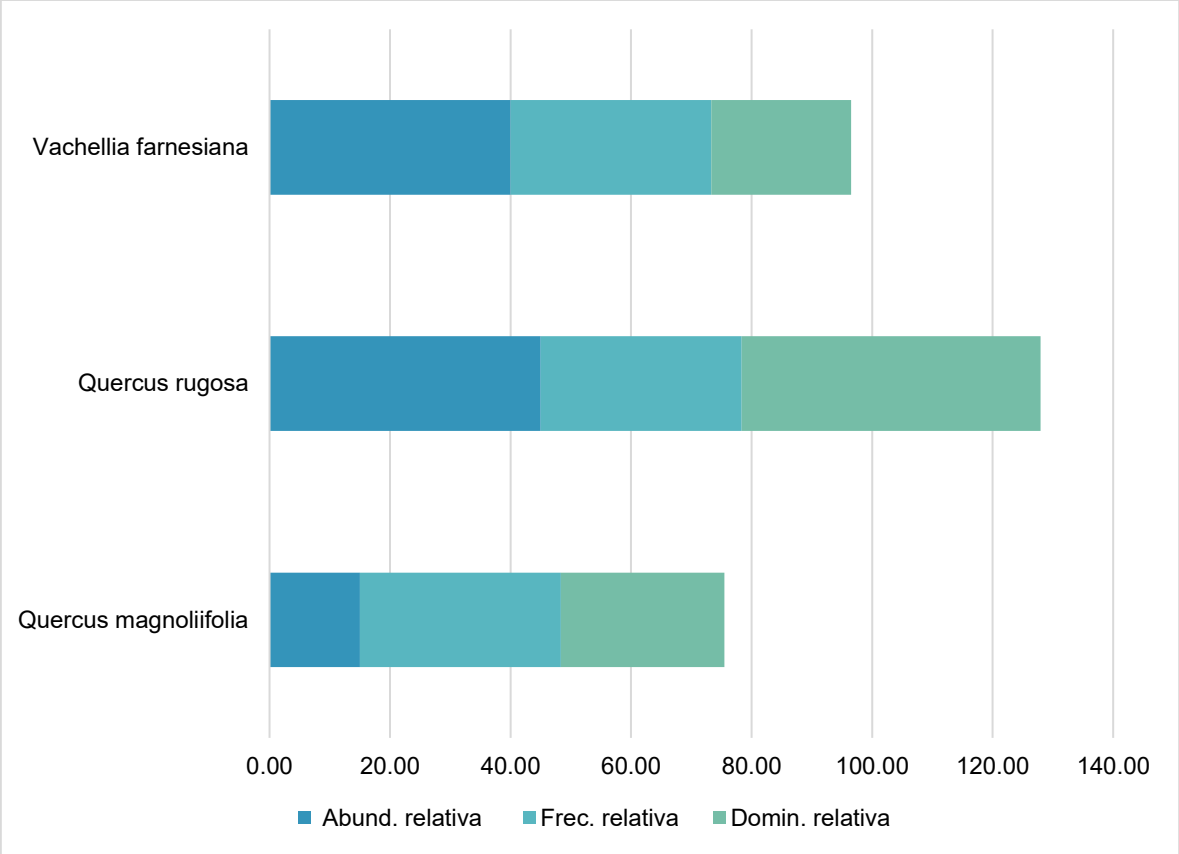


Figura 58 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 31. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo.

Especie	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Quercus magnoliifolia	75.00	15.00	1.00	33.33	3.682	27.18	75.51	42.18	0.285
Quercus rugosa	225.00	45.00	1.00	33.33	6.724	49.63	127.97	94.63	0.359
Vachellia farnesiana	200.00	40.00	1.00	33.33	3.142	23.19	96.52	63.19	0.367
	500.00	**100.00**	**3.00**	**100.00**	**13.55**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.010**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato Epifitas

Este estrato en la RE solo fue observada una especie **Tillandsia schiedeana**, respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **750 ind/ha.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

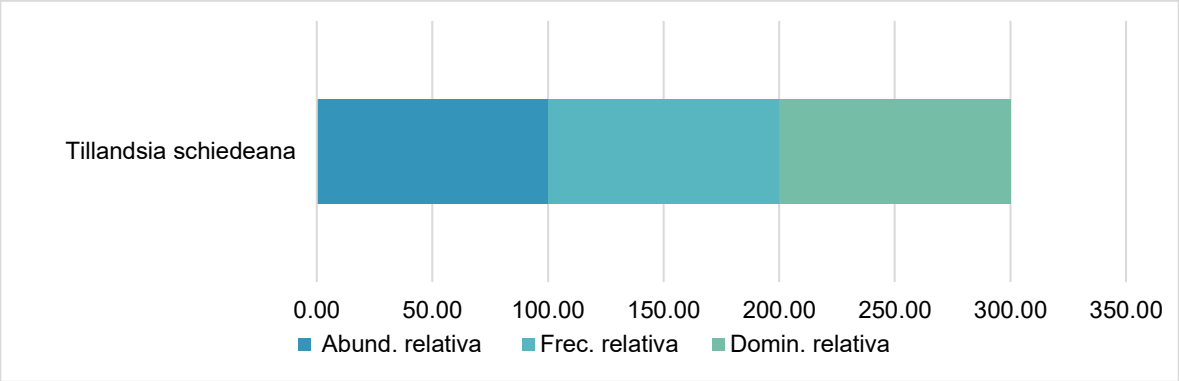


Figura 59. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Epifitas

Cuadro 32. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epifitas

Especie	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Tillandsia schiedeana	750.00	100.00	1.00	100.00	0.530	100.00	300.00	200.00	0.000
	750.00	**100.00**	**1.00**	**100.00**	**0.53**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.000**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Herbáceo

Este estrato está representado por 2 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Aristida adscensionis*** con un IVI de 193.72, un IDR de 143.72, una abundancia de 60,000 ind/ha e IS de 0,216, la especie **Aldama dentata** con un IVI de 106.28, un IDR de 56.28, una abundancia de 20,000 ind/ha e IS de 0,347.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **80,000 ind/ha** y un IS de **0.562.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

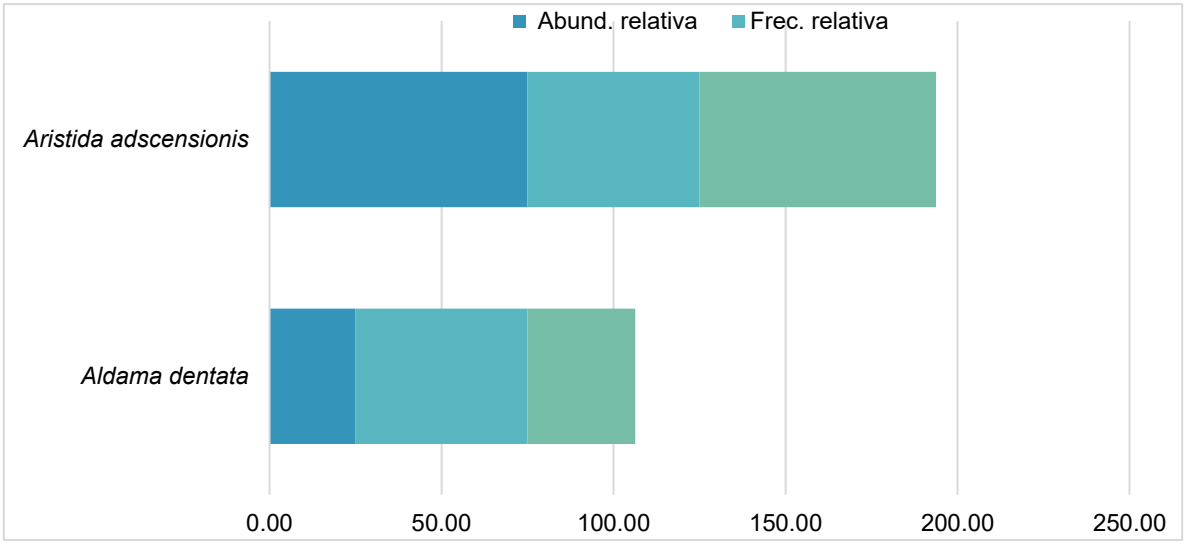


Figura 60.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 33. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Aldama dentata	20,000.00	25.00	1.00	50.00	0.835	31.28	106.28	56.28	0.347
Aristida adscensionis	60,000.00	75.00	1.00	50.00	1.835	68.72	193.72	143.72	0.216
	80,000.00	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**2.67**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.562**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Conclusión

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación secundaria de Bosque de Encino** en la Región Ecológica, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **Arbustivo**, ya que está conformado por el mayor número de especies (3), con un aportación de 20 ejemplares, así mismo tiene el mayor Índice de Shannon (con un valor de 1.010), le sigue el estrato **Arbóreo** con una riqueza específica de 2 especies, 66 ejemplares aportados al muestreo y el valor de IS (0.268), el estrato **Herbáceo**, con una riqueza específica de 2 especies, con 8 ejemplares aportados al muestreo y un IS de 0.562, enseguida el estrato **Epifitas** con una riqueza de 1 especies, con 8 ejemplares aportados al muestreo

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Cuadro 34. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Encino en RE

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	66	20	8	8
Riqueza (S)	2	3	1	2
Índice de Shannon	0.268	1.010	-	0.562
H máx = Log(S)	0.693	1.099	-	0.693
Equidad	0.387	0.920	-!	0.811
Hmax-Hcalc	0.425	0.088	-	0.131
Abundancia/ha	825.00	500.00	750.00	80,000.00

IV.4.5 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en el Área de Influencia (AI)

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para vegetación secundaria de bosque de encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **6** especies de **4** familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae y boemeliacea sobresalen. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 35.Composición florística de la Vegetación de Bosque de Encino en el Área de Influencia

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	1
Bromeliaceae	2
Fagaceae	2
Poaceae	1

Cuadro 36. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual			Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito			Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito			Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo		(LC)	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo		(LC)	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas			Nativa

IV.4.5.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 2 especies, Quercus magnoliifolia y Quercus rugosa. Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma. Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **862.50 ind/ha** y un IS de **0.328.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

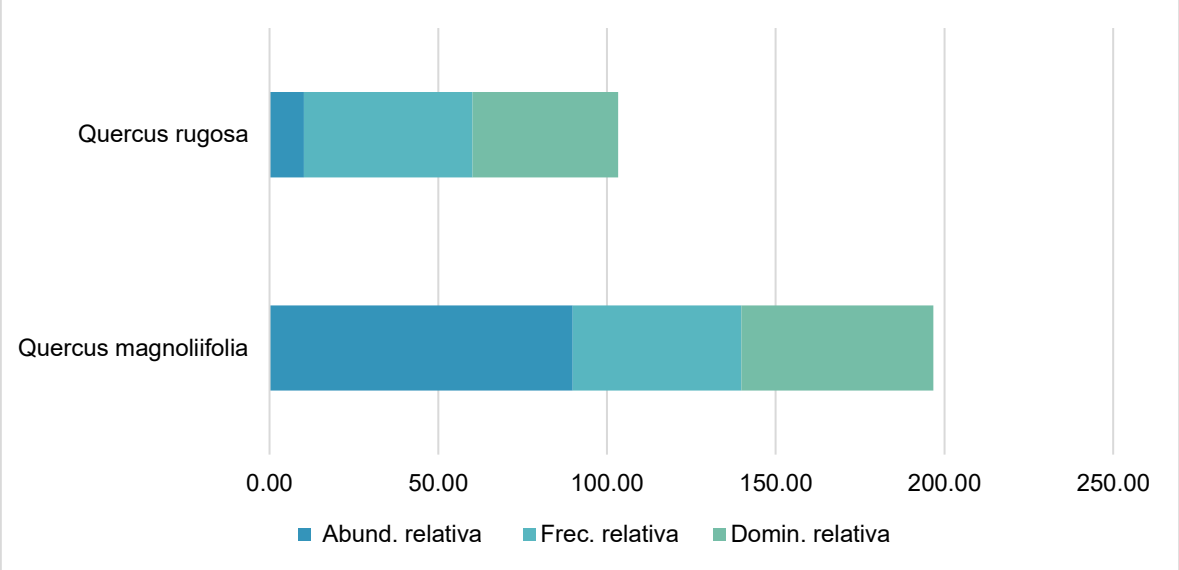


Figura 61. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 37. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Quercus magnoliifolia	-	775.00	89.86	1.00	50.00	7.14	56.82	196.67	146.67	0.096
Quercus rugosa	-	87.50	10.14	1.00	50.00	5.42	43.18	103.33	53.33	0.232
		862.50	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**12.56**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.328**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por una especie, Quercus magnoliifolia. Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma. Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1500 ind/ha.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

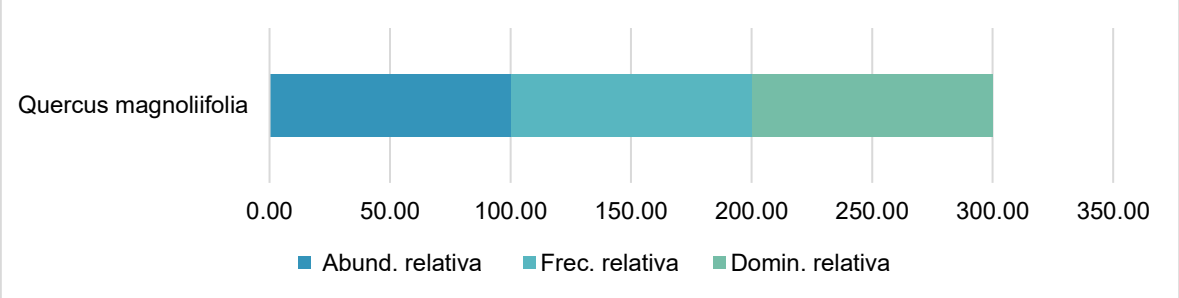


Figura 62 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 38. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Quercus magnoliifolia	-	1,500.00	100.00	1.00	100.00	11.153	100.00	300.00	200.00	0.000
		1,500.00	**100.00**	**1.00**	**100.00**	**11.15**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.000**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato Epifitas

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 2 especies, *Tillandsia makoyana, Tillandsia recurvata* Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma. Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1250 ind/ha** y un IS de **0.673.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

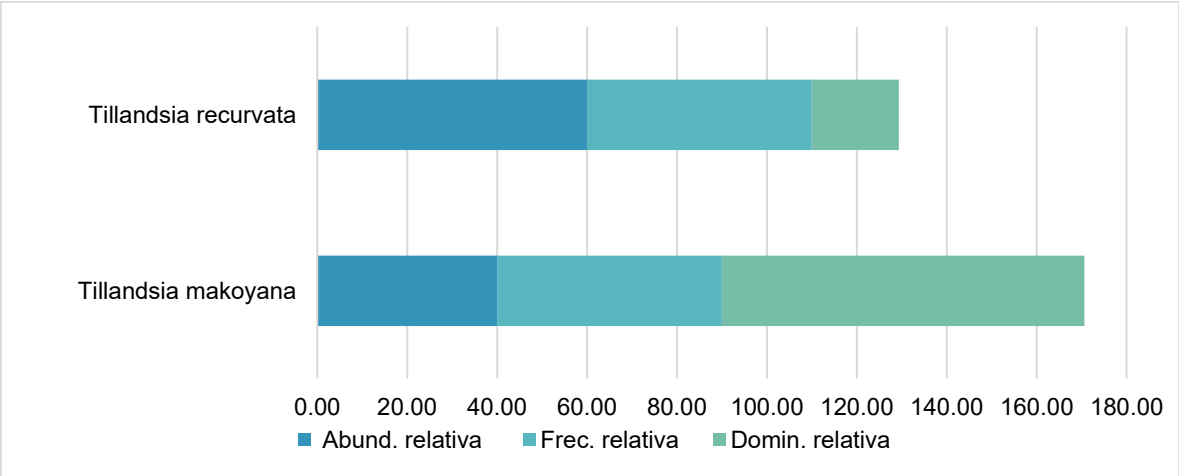


Figura 63. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Enredaderas

Cuadro 39. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato epifitas

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Tillandsia makoyana	-	500.00	40.00	1.00	50.00	0.795	80.65	170.65	120.65	0.367
Tillandsia recurvata	-	750.00	60.00	1.00	50.00	0.191	19.35	129.35	79.35	0.306
		1,250.00	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**0.99**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.673**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Herbáceo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 2 especies, *Aldama dentata* y *Aristida adscensionis*. Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma. Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **260,000 ind/ha** y un IS de **0.617.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

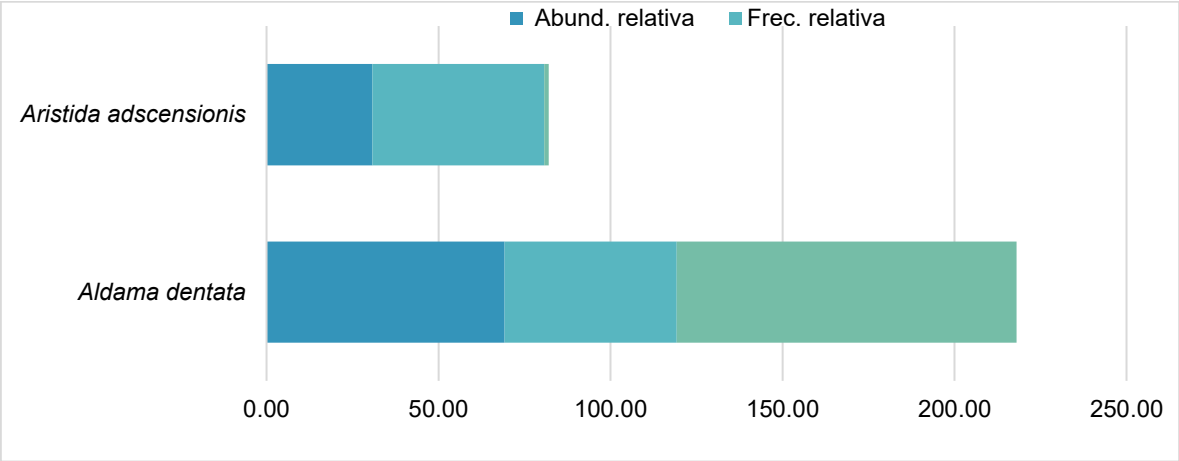


Figura 64.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 40. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Aldama dentata	-	180,000.00	69.23	1.00	50.00	7.952	98.78	218.01	168.01	0.255
Aristida adscensionis	-	80,000.00	30.77	1.00	50.00	0.098	1.22	81.99	31.99	0.363
		260,000.00	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**8.05**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.617**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Conclusión

En conclusión, el ecosistema se define como un encinar homogéneo con una alta capacidad de autorregeneración, caracterizado por una marcada monodominancia de Quercus magnoliifolia, especie que rige la estructura forestal al concentrar el mayor Índice de Valor de Importancia en el estrato arbóreo (IVI = 196.67). Esta hegemonía estructural se complementa con una composición del sotobosque densamente poblada, donde la abundancia masiva del estrato herbáceo (260,000 ind/ha) y la densidad del estrato arbustivo (1,500 ind/ha) superan por mucho a la densidad de los árboles maduros (862.50 ind/ha), configurando una comunidad vegetal de baja diversidad biológica pero con una base poblacional sumamente robusta y estableEn el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Cuadro 41. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Encino en AI

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	69	60	50	26
Riqueza (S)	2	1	2	2
Índice de Shannon	0.328	-	0.673	0.617
H máx = Log(S)	0.693	-	0.693	0.693
Equidad	0.474	-	0.971	0.890
Hmax-Hcalc	0.365	-	0.020	0.076
Abundancia/ha	862.50	1,500.00	1,250.00	260,000.00

IV.4.6 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Encino en el Área del Proyecto

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación secundaria de bosque de encino.

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **5** especies de **3** familias diferentes. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 42 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de encino en el Área del Proyecto.

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	1
Poaceae	2
Fagaceae	2

Cuadro 43. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área del Proyecto.

No	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
1	Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
2	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
3	Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
4	Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
5	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

IV.4.6.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por 2 especies, Quercus rugosa y Quercus magnoliifolia. Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **362.50 ind/ha** y un IS de 0.**589.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

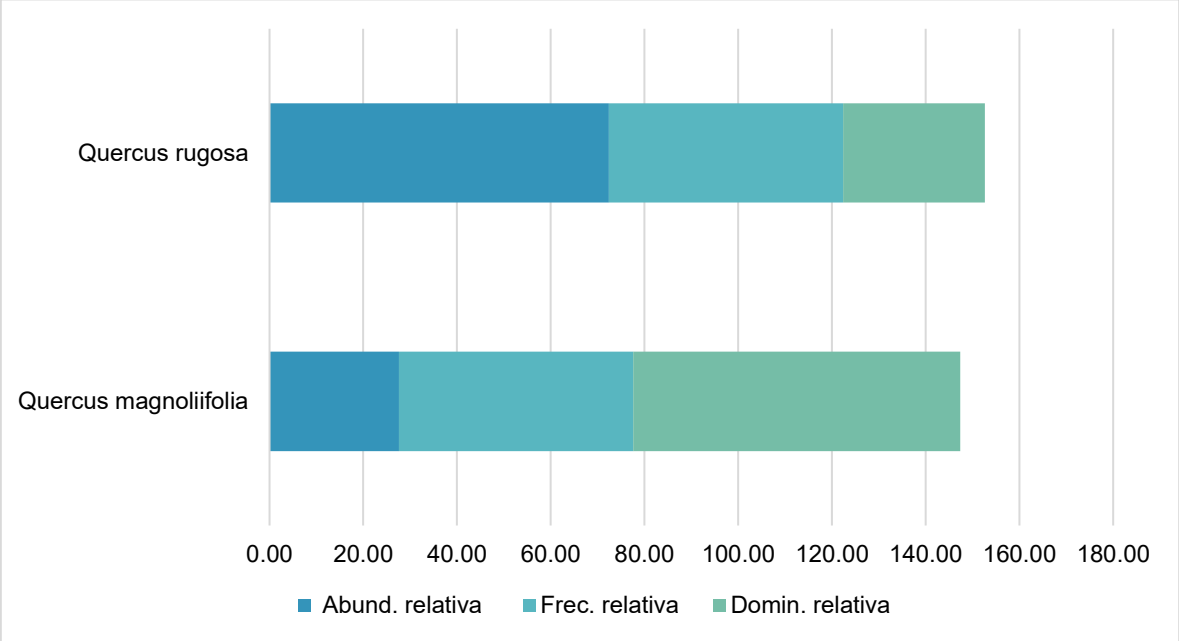


Figura 65 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 44. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbóreo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Quercus magnoliifolia	-	100.00	27.59	1.00	50.00	22.2148	69.81	147.39	97.39	0.355
Quercus rugosa	-	262.50	72.41	1.00	50.00	9.6089	30.19	152.61	102.61	0.234
		362.50	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**31.82**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.589**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por Quercus rugosa por una abundancia total de 350 **ind/ha**. Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

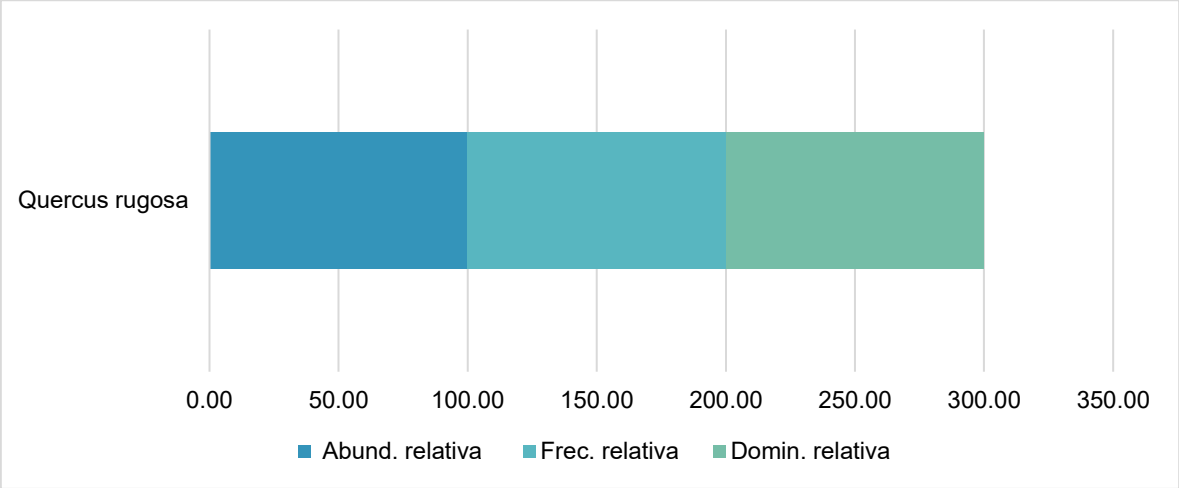


Figura 66 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 45. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbustivo***.***

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Quercus rugosa	-	350.00	100.00	1.00	100.00	2.19126088	100.00	300.00	200.00	0.000
		350.00	**100.00**	**1.00**	**100.00**	**2.19**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.000**

OM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Herbáceo

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Aldama dentata*** con un IVI de 158.56, un IDR de 108.56, una abundancia de 20,000 ind/ha e IS de 0.334, seguido de la especie ***Aristida adscensionis*** con un IVI de 125.77, un IDR de 75.77, una abundancia de 60.000,00 ind/ha e IS de 0,270 y de la especie ***Muhlenbergia rigida*** con un IVI de 87.89, un IDR de 37.89, una abundancia de 30,000 ind/ha e IS de 0.366

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **90,000 ind/ha** y un IS de **0.637**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

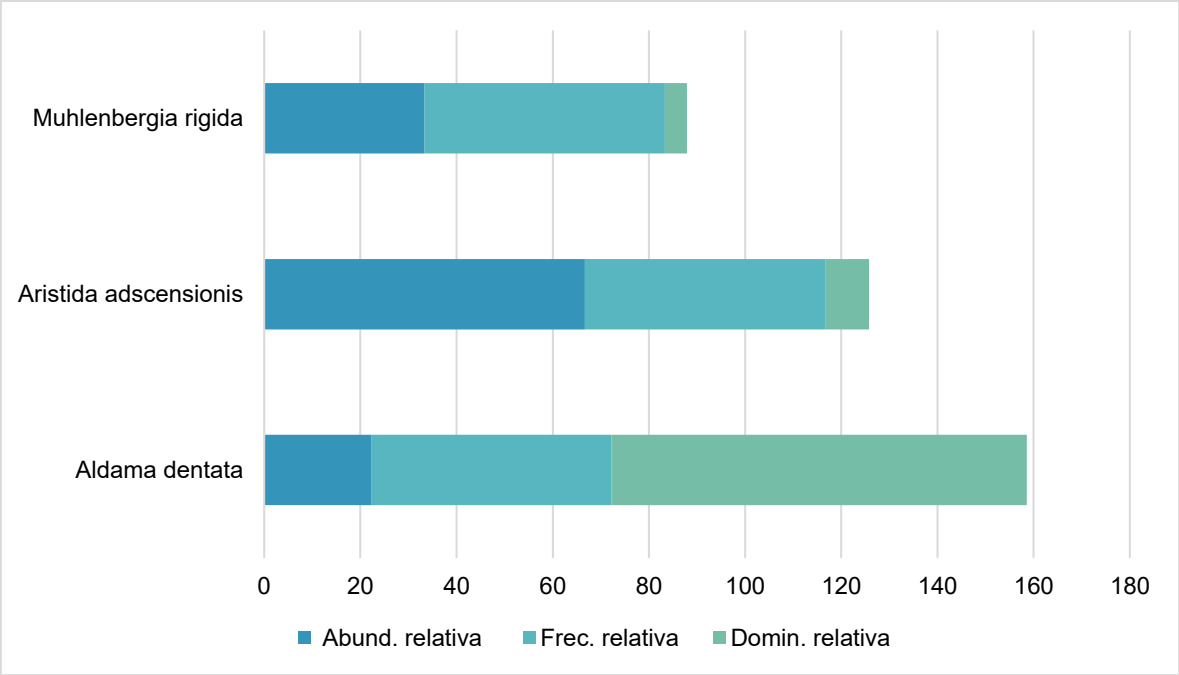


Figura 67. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 46. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Aldama dentata	-	20,000.00	22.22	1.00	50.00	1.00530965	86.34	158.56	108.56	0.334
Aristida adscensionis	-	60,000.00	66.67	1.00	50.00	0.10602875	9.11	125.77	75.77	0.270
Muhlenbergia rigida	-	30,000.00	33.33	1.00	50.00	0.05301438	4.55	87.89	37.89	0.366
		90,000.00	**100.00**	**2.00**	**100.00**	**1.16**	**100.00**	**213.66**	**113.66**	**0.637**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Conclusión

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación secundaria de bosque de encino** del Área del Proyecto, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **herbaceo**, con el mayor número de especies registradas (3), conformado por un total de 9 ejemplares y el mayor Índice de Shannon con un valor de 0.637, en cuanto a riqueza, le sigue el estrato **Arbóreo** con 2 especies y ejemplares aportados al muestreo 29, así mismo, el segundo valor más alto en cuanto a IS con un valor de IS de 0.589, enseguida se encuentra el estrato **Arbustivo**, con una riqueza específica de 1 especies, con 14 ejemplares aportados al muestreo.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Cuadro 47. Índice de Shannon para la vegetación de Selva Baja Caducifolia

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Ejemplares	29	14	9
Riqueza (S)	2	1	3
Índice de Shannon	0.589		0.637
H máx = Log(S)	0.693		1.099
Equidad	0.850		0.579
Hmax-Hcalc	0.104		0.462
Abundancia/ha	362.50	350.00	90,000.00

IV.4.7 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Pino Encino en la Región Ecológica

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de Pino Encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 25 especies de 10 familias diferentes, de las cuales la familia Bromeliaceae es la que presenta un mayor número de especies con un total de 7.

Cuadro 48 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de pino encino en la RE

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	3
Bromeliaceae	7

FAMILIA	NO. ESPECIES
Fabaceae	3
Pinaceae	1
Fagaceae	4
Ericaceae	2
Clethraceae	1
Melastomataceae	1
Poaceae	2
Dennstaedtiaceae	1

Cuadro 49. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres Barbas	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Calliandra hirsuta*	Timbre	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Catopsis berteroniana*	Bromelia	Pr		Nativa
Melastomataceae	*Chaetogastra longifolia*	Lengua de buey	-	LC	Nativa
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Marangola	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-		Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Pseudognaphalium viscosum*	Gordolobo	-	-	Endémica
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho águila	-	-	
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueyito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Paxtle	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Arnica de la costa	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-	-	Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio se identificó que *Catopsis berteroniana* se encuentra en la categoría de sujeta protección especial.

IV.4.7.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional está representado por 7 especies, de las cuales, sobresale la especie **Pinus oocarpa** con un IVI de 90.21, un IDR de 66.68, una abundancia de 515.63 ind/ha e IS de 0.327, ***Quercus rugosa*** con un IVI de 63.24, un IDR de 39.71, una abundancia de 271.88 ind/ha e IS de 0.359, ***Quercus conspersa*** con un IVI de 52.45, un IDR de 40.68, una abundancia de 9.38 ind/ha e IS de 0.046

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de 931.25 ind/ha y un IS de 1.175.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro

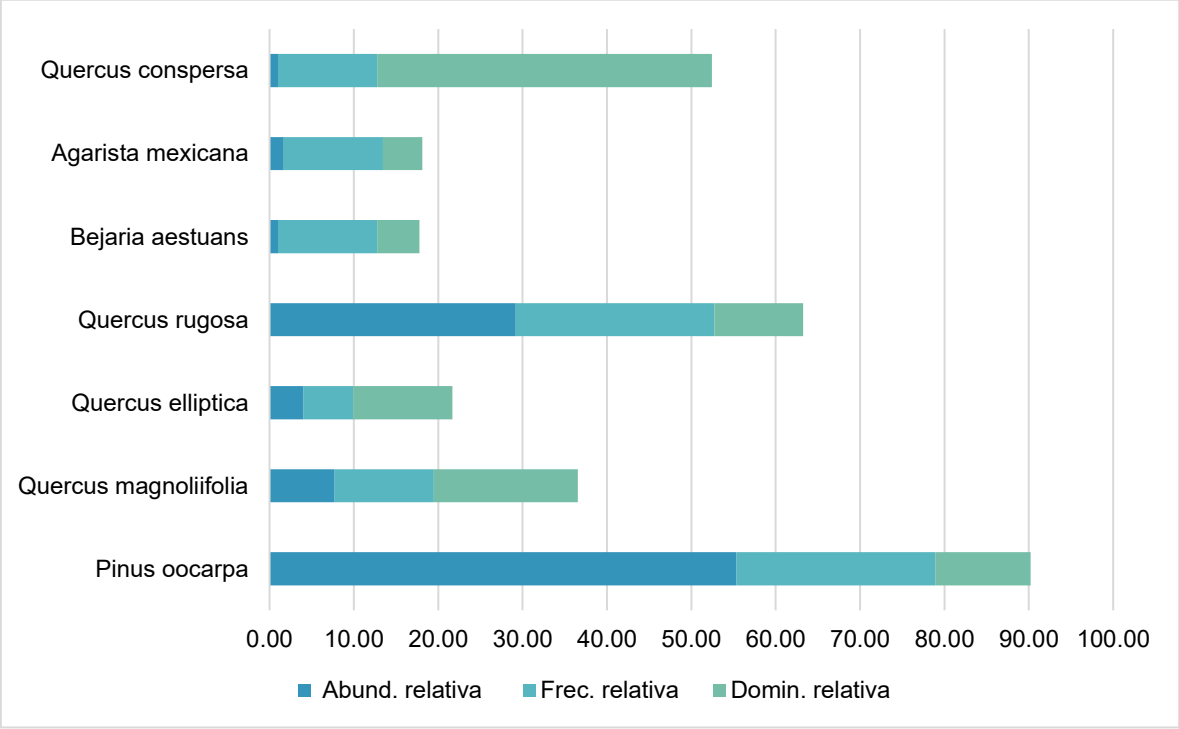


Figura 68. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 50. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Pinus oocarpa	-	515.63	55.37	4.00	23.53	8.21	11.31	90.21	66.68	0.327
Quercus magnoliifolia	-	71.88	7.72	2.00	11.76	12.38	17.06	36.54	24.78	0.198
Quercus elliptica	-	37.50	4.03	1.00	5.88	8.55	11.78	21.69	15.81	0.129
Quercus rugosa	-	271.88	29.19	4.00	23.53	7.63	10.52	63.24	39.71	0.359
Bejaria aestuans	-	9.38	1.01	2.00	11.76	3.63	5.00	17.77	6.01	0.046
Agarista mexicana	-	15.63	1.68	2.00	11.76	3.39	4.66	18.11	6.34	0.069
Quercus conspersa	-	9.38	1.01	2.00	11.76	28.80	39.68	52.45	40.68	0.046
		931.25	**100.00**	**17.00**	**100.00**	**72.58**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.175**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en la RE está representado por 14 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Bejaria aestuans*** con un IVI de 62.58, un IDR de 49.54, una abundancia de 181.25 ind/ha e IS de 0.293, seguido de la especie ***Pteridium aquilinum*** con un IVI de 39.40, un IDR de 36.25, una abundancia de 237.50 ind/ha e IS de 0,327, y la especie ***Pinus oocarpa*** con un IVI de 38.28, un IDR de 29.59, una abundancia de 306.25 ind/ha e IS de 0.353.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1137.50 ind/ha** y un IS de **2.054.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

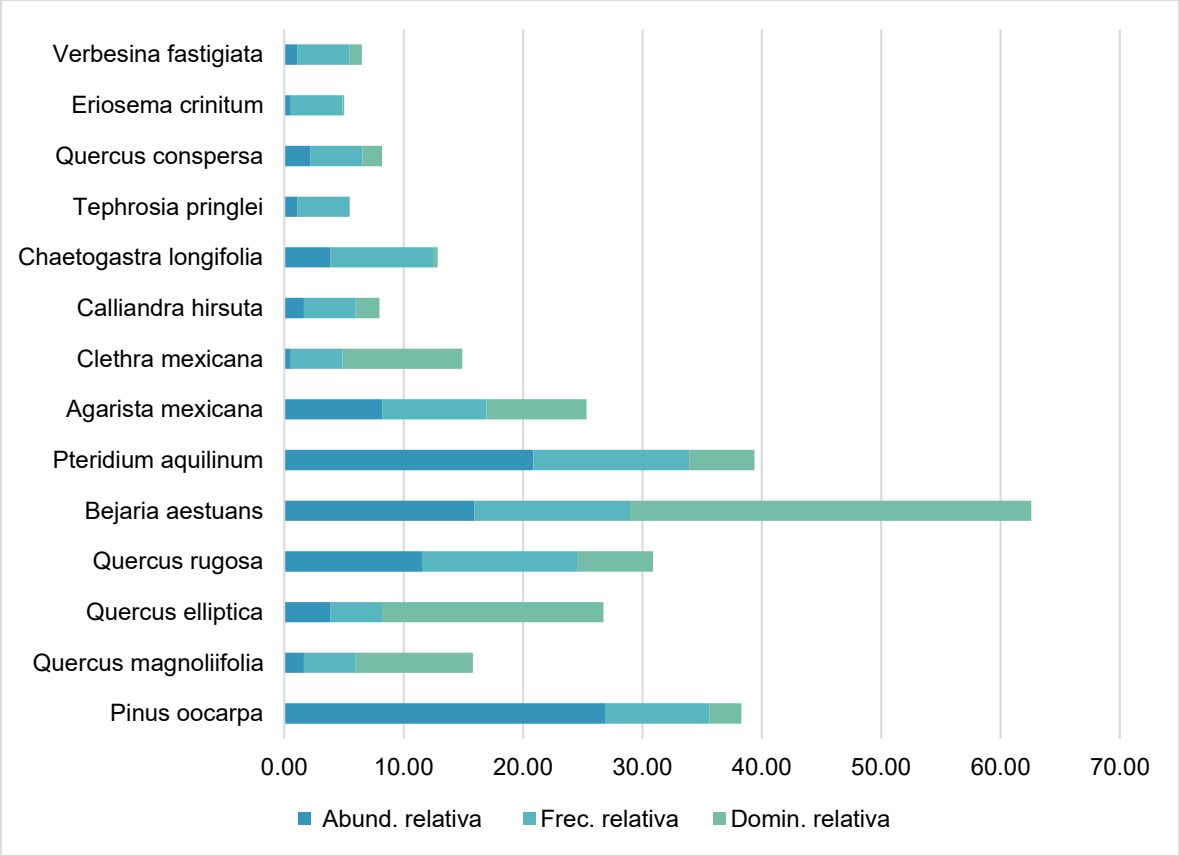


Figura 69 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 51. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Pinus oocarpa	-	306.25	26.92	2.00	8.70	0.639	2.66	38.28	29.59	0.353
Quercus magnoliifolia	-	18.75	1.65	1.00	4.35	2.356	9.81	15.81	11.46	0.068
Quercus elliptica	-	43.75	3.85	1.00	4.35	4.453	18.55	26.74	22.39	0.125
Quercus rugosa	-	131.25	11.54	3.00	13.04	1.516	6.31	30.90	17.85	0.249
Bejaria aestuans	-	181.25	15.93	3.00	13.04	8.068	33.60	62.58	49.54	0.293
Pteridium aquilinum	-	237.50	20.88	3.00	13.04	1.314	5.47	39.40	26.35	0.327
Agarista mexicana	-	93.75	8.24	2.00	8.70	2.013	8.38	25.32	16.63	0.206
Clethra mexicana	-	6.25	0.55	1.00	4.35	2.405	10.02	14.92	10.57	0.029
Calliandra hirsuta	-	18.75	1.65	1.00	4.35	0.477	1.99	7.98	3.64	0.068
Chaetogastra longifolia	-	43.75	3.85	2.00	8.70	0.076	0.31	12.86	4.16	0.125
Tephrosia pringlei	-	12.50	1.10	1.00	4.35	0.016	0.07	5.51	1.16	0.050
Quercus conspersa	-	25.00	2.20	1.00	4.35	0.393	1.64	8.18	3.83	0.084
Eriosema crinitum	-	6.25	0.55	1.00	4.35	0.031	0.13	5.03	0.68	0.029
Verbesina fastigiata	-	12.50	1.10	1.00	4.35	0.251	1.05	6.49	2.15	0.050
		1,137.50	**100.00**	**23.00**	**100.00**	**24.01**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**2.054**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato Epifitas

Este estrato en la RE está representado por 7 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tillandsia schiedeana*** con un IVI de 95.04, un IDR de 67.77, una abundancia de 162.50 ind/ha e IS de 0.351, seguido de la especie ***Tillandsia makoyana*** con un IVI de 80.29, un IDR de 53.02, una abundancia de 193.75 ind/ha e IS de 0,322, y la especie ***Tillandsia juncea*** con un IVI de 50.94, un IDR de 41.85, una abundancia de 93.75 ind/ha e IS de 0.226.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **968.75 ind/ha** y un IS de **1.402.**

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

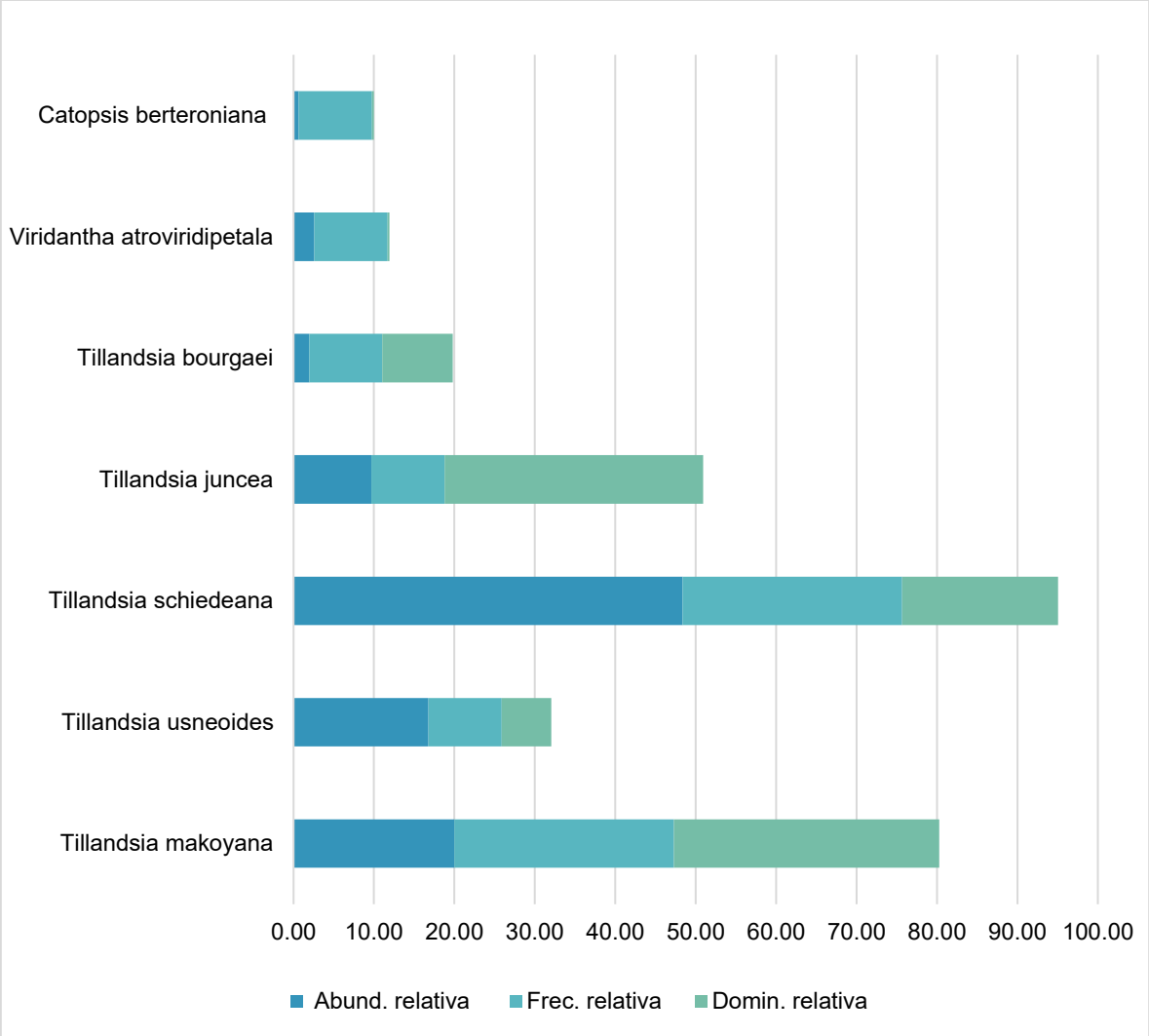


Figura 70. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Epifitas

Cuadro 52. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Epifitas

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Tillandsia makoyana	-	193.75	20.00	3.00	27.27	1.088	33.02	80.29	53.02	0.322
Tillandsia usneoides	-	162.50	16.77	1.00	9.09	0.204	6.20	32.06	22.97	0.299
Tillandsia schiedeana	-	468.75	48.39	3.00	27.27	0.639	19.38	95.04	67.77	0.351
Tillandsia juncea	-	93.75	9.68	1.00	9.09	1.060	32.17	50.94	41.85	0.226
Tillandsia bourgaei	-	18.75	1.94	1.00	9.09	0.289	8.76	19.78	10.69	0.076
Viridantha atroviridipetala	-	25.00	2.58	1.00	9.09	0.008	0.24	11.91	2.82	0.094
Catopsis berteroniana	Pr	6.25	0.65	1.00	9.09	0.008	0.24	9.97	0.88	0.033
		968.75	**100.00**	**11.00**	**100.00**	**3.30**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.402**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato que *Catopsis berteroniana* se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial.

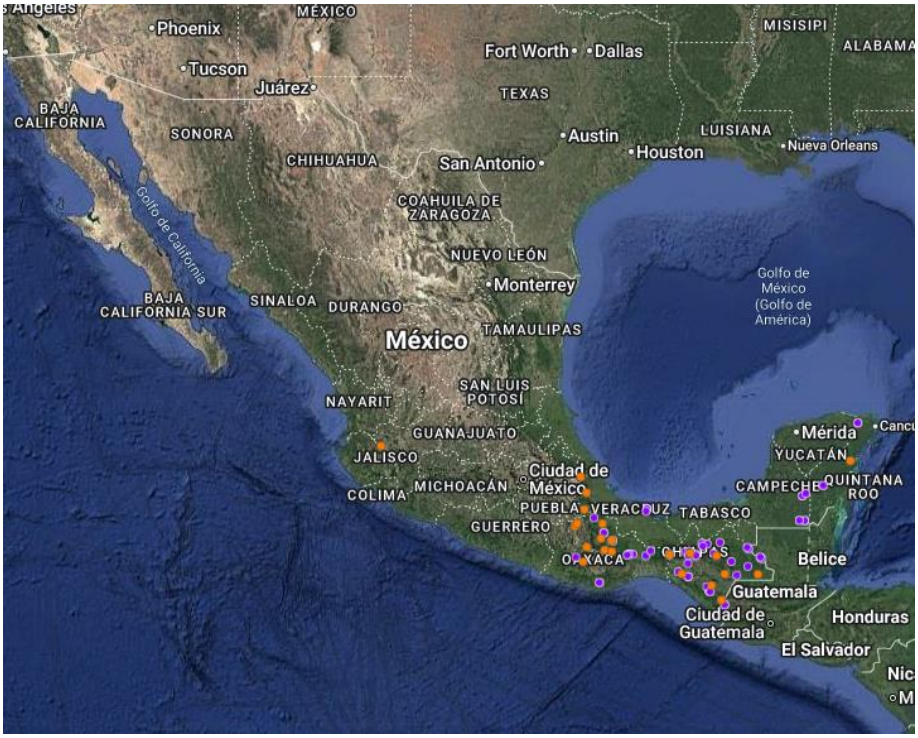


Figura 71. Distribución de la especie Catopsis berteroniana

Catopsis berteroniana : Son plantas de 45–75 (–90) cm de alto en flor. Hojas numerosas en una roseta ajustada, algo patentes arriba; vainas escasamente distintas de las láminas; láminas lanceoladas, 15–35 cm de largo y 1.5–5 cm de ancho, ápice agudo y apiculado a atenuado. Escapo erecto, brácteas inferiores abrazadoras, linear-lanceoladas, más largas que los entrenudos, brácteas superiores ampliamente ovadas, frecuentemente más cortas que los entrenudos, cortamente acuminadas; inflorescencia 1-pinnada, brácteas primarias ampliamente ovadas, más cortas que las bases estériles de las espigas subyacentes, cortamente acuminadas, ramas 3.5–13 cm de largo, las bases estériles 1–4 cm de largo, con flores sésiles y laxamente arregladas, brácteas florales ovadas a orbiculares, 7–8 mm de largo, ápice obtuso, flores perfectas; sépalos oblongos, 10–12 mm de largo, ápice obtuso; pétalos ovados, apenas más largos que los sépalos, ápice obtuso a agudo. Cápsulas ovoides, 11–14 mm de largo y 5–6 mm de diámetro, obviamente rostradas

Herbáceo

Este estrato en la RE está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Aldama dentata*** con un IVI de 94.08, un IDR de 84.08, una abundancia de 17,500 ind/ha e IS de 0.302, seguido de la especie ***Muhlenbergia rigida*** con un IVI de 89.62, un IDR de 49.62, una abundancia de 37,500 ind/ha e IS de 0,368, y la especie ***Aristida adscensionis*** con un IVI de 59.32, un IDR de 39.32, una abundancia de 27,500 ind/ha e IS de 0.353.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **102,500 ind/ha** y un IS de **1.450.**

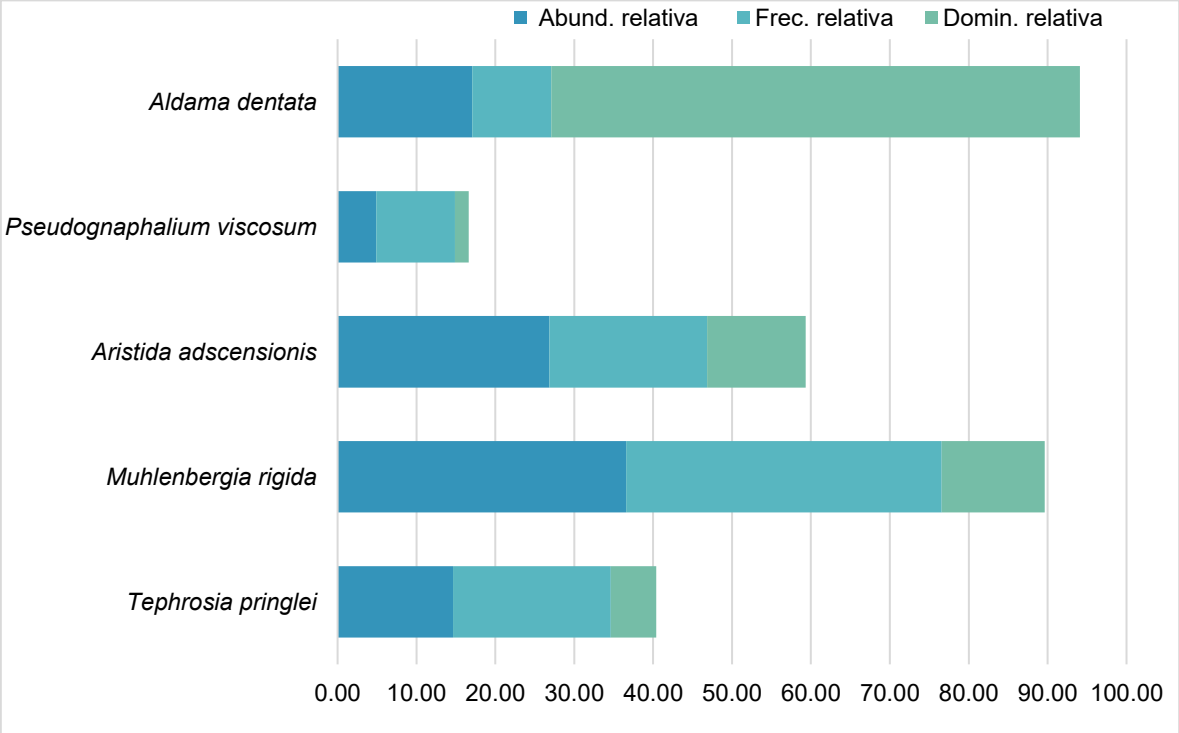


Figura 72.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 53. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Tephrosia pringlei	15,000.00	14.63	2.00	20.00	0.118	5.74	40.38	20.38	0.281
Muhlenbergia rigida	37,500.00	36.59	4.00	40.00	0.267	13.04	89.62	49.62	0.368
Aristida adscensionis	27,500.00	26.83	2.00	20.00	0.256	12.49	59.32	39.32	0.353
Pseudognaphalium viscosum	5,000.00	4.88	1.00	10.00	0.035	1.72	16.60	6.60	0.147
Aldama dentata	17,500.00	17.07	1.00	10.00	1.374	67.00	94.08	84.08	0.302
	102,500.00	**100.00**	**10.00**	**100.00**	**2.05**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.45**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shann

Conclusión

Conforme a los resultados del muestreo de **Vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino** en la Región Ecológica, se concluye que el estrato con mayor riqueza específica es el **Arbustivo**, ya que está conformado por el mayor número de especies (14), con un aportación de 182 ejemplares, así mismo tiene el mayor Índice de Shannon (con un valor de 2.054), le sigue el estrato **Arbóreo** con una riqueza específica de 7 especies, 298 ejemplares aportados al muestreo y el valor de IS (1.175), el estrato **Herbáceo**, con una riqueza específica de 5 especies, con 41 ejemplares aportados al muestreo y un IS de 1.451, enseguida el estrato **Epifitas** con una riqueza de 14 especies, con 155 ejemplares aportados al muestreo y un IS de 1.402.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Cuadro 54. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque de Pino Enicno en AI

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	298	182	155	41
Riqueza (S)	7	14	7	5
Índice de Shannon	1.175	2.054	1.402	1.451
H máx = Log(S)	1.946	2.639	1.946	1.609
Equidad	0.604	0.778	0.720	0.902
Hmax-Hcalc	0.771	0.585	0.544	0.158
Abundancia/ha	931.25	1,137.50	968.75	102,500.00

IV.4.8 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino en el Área de Influencia (AI)

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para vegetación secundaria de bosque de pino encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **30** especies de **11** familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae y boemeliacea sobresalen. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 55.Composición florística de la Vegetación de Pino Encino en el Área de Influencia

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	5
Bromeliaceae	5
Ericaceae	3
Fabaceae	2
Fagaceae	5
Phytolaccaceae	1
Pinaceae	1
Poaceae	5
Pteridaceae	1
Solanaceae	1
Hypolepydaceae	1
Total	**30**

Cuadro 56. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	-	-	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Pteridaceae	*Astrolepis sinuata*	Helecho	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Calliandra hirsuta*	Timbre	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Catopsis berteroniana*	Bromelia	Pr	-	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo	-	LC	Endimica
Poaceae	*Melinis minutiflora*	Pasto hediondo	-	-	Invasora
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	-	-	Invasora
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	-	Nativa
Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla	-	-	Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Pseudognaphalium attenuatum*	Gordolobo	-	-	Nativa
Hypolepydaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho águila	-	-	-
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	-	-	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-	-	Nativa

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Arnica de la costa	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-	-	Endémica

IV.4.8.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en la RE está representado por 8 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Pinus oocarpa*** con un IVI de 107.50, un IDR de 85.27, una abundancia de 1,712.50 ind/ha e IS de 0.160, seguido de la especie ***Quercus elliptica*** con un IVI de 54.39, un IDR de 48.84, una abundancia de 3.13 ind/ha e IS de 0.010, y la especie ***Quercus rugosa*** con un IVI de 39.20, un IDR de 16.98, una abundancia de 153.13 ind/ha e IS de 0.192.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **2081.25 ind/ha** y un IS de **0.744.**

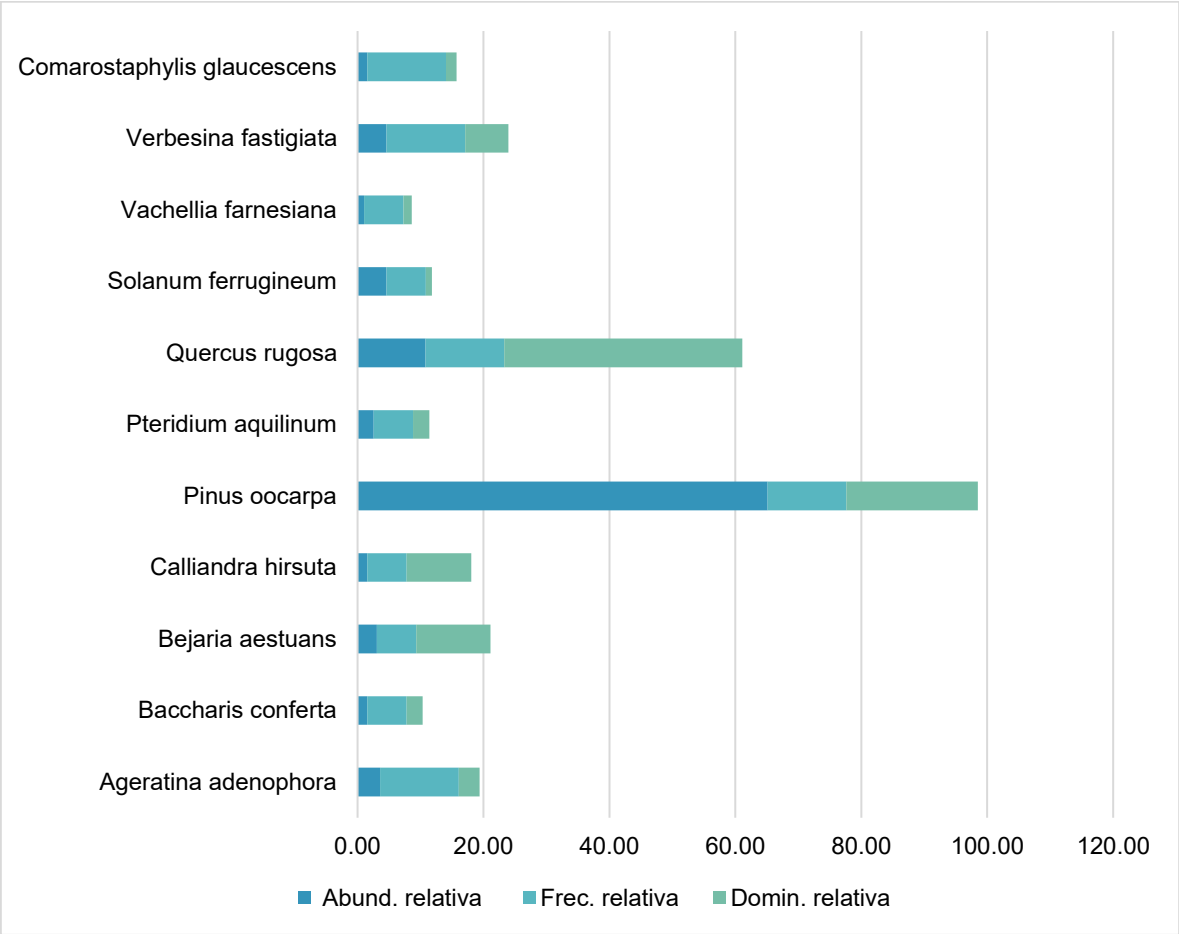


Figura 73. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 57. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbóreo.

Especie	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	pi	LN pi	IS
Agarista mexicana	9.38	0.45	2.00	11.11	6.28	6.09	17.65	6.54	0.00	5.40	0.024
Bejaria aestuans	37.50	1.80	2.00	11.11	3.86	3.73	16.65	5.54	0.02	4.02	0.072
Pinus oocarpa	1,712.50	82.28	4.00	22.22	3.09	2.99	107.50	85.27	0.82	0.20	0.160
Quercus conspersa	71.88	3.45	2.00	11.11	2.05	1.99	16.55	5.44	0.03	3.37	0.116
Quercus elliptica	3.13	0.15	1.00	5.56	50.27	48.69	54.39	48.84	0.00	6.50	0.010
Quercus magnoliifolia	34.38	1.65	2.00	11.11	24.39	23.62	36.39	25.28	0.02	4.10	0.068
Quercus rugosa	153.13	7.36	4.00	22.22	9.93	9.62	39.20	16.98	0.07	2.61	0.192
Verbesina fastigiata	59.38	2.85	1.00	5.56	3.37	3.27	11.68	6.12	0.03	3.56	0.101
	2,081.25	**100.00**	**18.00**	**100.00**	**103.24**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.00**	**29.75**	**0.744**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en el Area de la Influencia está representado por 10 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Pinus oocarpa*** con un IVI de 98.52, un IDR de 86.02, una abundancia de 793.75 ind/ha e IS de 0.279, seguido de la especie ***Quercus rugosa*** con un IVI de 61.12, un IDR de 48.62, una abundancia de 131.25 ind/ha e IS de 0.240, y la especie ***Verbesina fastigiata*** con un IVI de 23.93, un IDR de 11.43, una abundancia de 18.75 ind/ha e IS de 0.064.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1,218.75 ind/ha** y un IS de **1.363.**

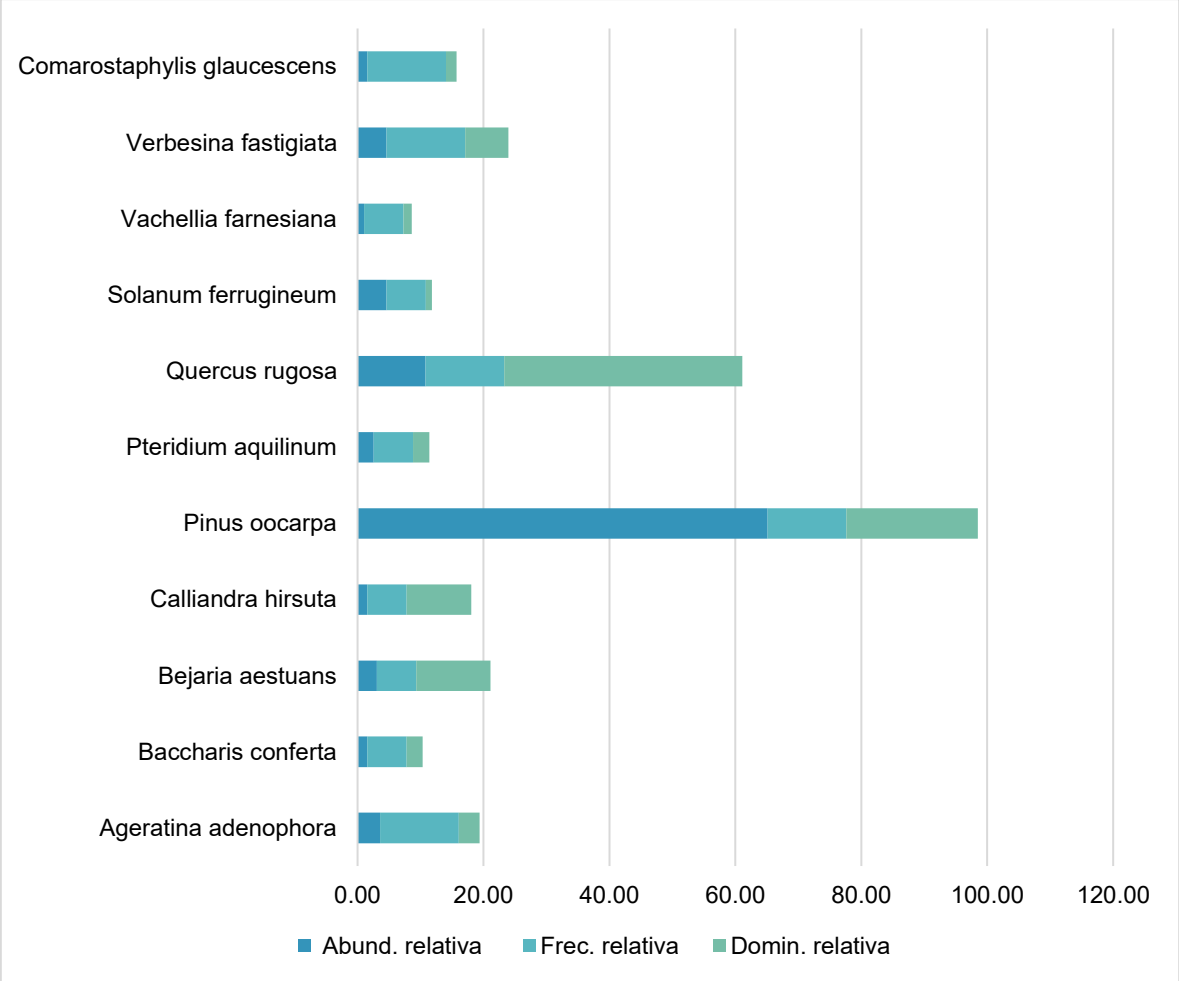


Figura 74 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 58. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato arbustivo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Ageratina adenophora	-	43.75	3.59	2.00	12.50	0.608	3.26	19.35	6.85	0.119
Baccharis conferta	-	18.75	1.54	1.00	6.25	0.477	2.56	10.35	4.10	0.064
Bejaria aestuans	-	37.50	3.08	1.00	6.25	2.197	11.80	21.13	14.88	0.107
Calliandra hirsuta	-	18.75	1.54	1.00	6.25	1.909	10.25	18.04	11.79	0.064
Pinus oocarpa	-	793.75	65.13	2.00	12.50	3.889	20.89	98.52	86.02	0.279
Pteridium aquilinum	-	31.25	2.56	1.00	6.25	0.481	2.58	11.40	5.15	0.094
Quercus rugosa	-	131.25	10.77	2.00	12.50	7.045	37.85	61.12	48.62	0.240
Solanum ferrugineum	-	56.25	4.62	1.00	6.25	0.173	0.93	11.79	5.54	0.142
Vachellia farnesiana	-	12.50	1.03	1.00	6.25	0.251	1.35	8.63	2.38	0.047
Verbesina fastigiata	-	56.25	4.62	2.00	12.50	1.268	6.81	23.93	11.43	0.142
Comarostaphylis glaucescens	-	18.75	1.54	2.00	12.50	0.315	1.69	15.73	3.23	0.064
		1,218.75	**100.00**	**16.00**	**100.00**	**18.61**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.363**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato Epifitas

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tillandsia schiedeana*** con un IVI de 123.88, un IDR de 101.62, una abundancia de 750 ind/ha e IS de 0.362, seguido de la especie ***Tillandsia recurvata*** con un IVI de 94.62, un IDR de 61.28, una abundancia de 781.25 ind/ha e IS de 0.358, y la especie ***Tillandsia makoyana*** con un IVI de 54.44, un IDR de 32.22, una abundancia de 137.50 ind/ha e IS de 0.203.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1,712.50 ind/ha** y un IS de **1.026.**

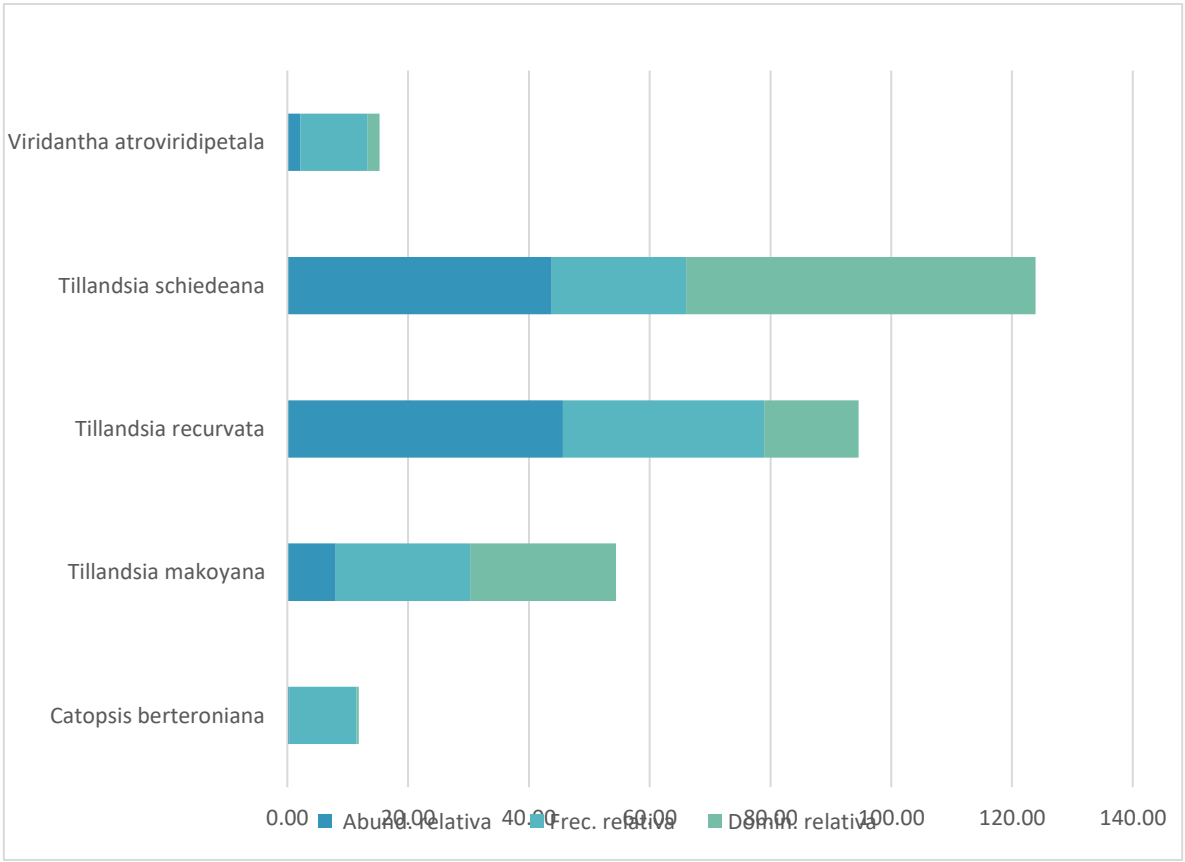


Figura 75. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Enredaderas

Cuadro 59. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato epifitas

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Catopsis berteroniana	-	6.25	0.36	1.00	11.11	0.008	0.33	11.80	0.69	0.020
Tillandsia makoyana		137.50	8.03	2.00	22.22	0.581	24.19	54.44	32.22	0.203
Tillandsia recurvata	-	781.25	45.62	3.00	33.33	0.376	15.66	94.62	61.28	0.358
Tillandsia schiedeana		750.00	43.80	2.00	22.22	1.390	57.86	123.88	101.65	0.362
Viridantha atroviridipetala	-	37.50	2.19	1.00	11.11	0.047	1.96	15.26	4.15	0.084
		1,712.50	**100.00**	**9.00**	**100.00**	**2.40**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.026**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Herbáceo

Este estrato en el Área de Influencia está representado por 2 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Aldama dentata*** con un IVI de 70.44, un IDR de 63.78, una abundancia de 12,500 ind/ha e IS de 0.225, seguido de la especie ***Melinis repens*** con un IVI de 50.67, un IDR de 37.34, una abundancia de 32,500 ind/ha e IS de 0.347, y la especie ***Muhlenbergia rigida*** con un IVI de 38.03, un IDR de 18.03, una abundancia de 15,000 ind/ha e IS de 0.249.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **130,000 ind/ha** y un IS de **2.163.**

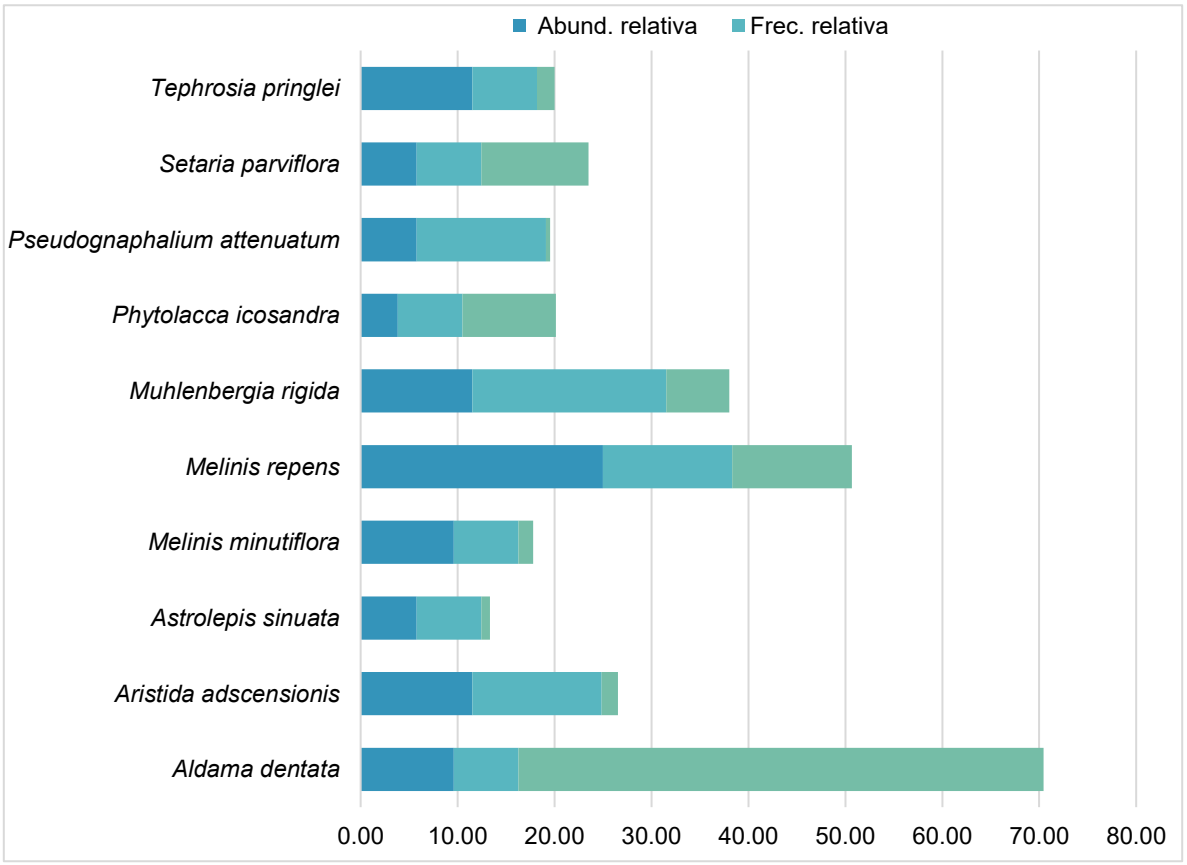


Figura 76.. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 60. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Aldama dentata	-	12,500.00	9.62	1.00	6.67	1.414	54.16	70.44	63.78	0.225
Aristida adscensionis		15,000.00	11.54	2.00	13.33	0.043	1.65	26.53	13.19	0.249
Astrolepis sinuata	-	7,500.00	5.77	1.00	6.67	0.024	0.90	13.34	6.67	0.165
Melinis minutiflora	-	12,500.00	9.62	1.00	6.67	0.039	1.50	17.79	11.12	0.225
Melinis repens	-	32,500.00	25.00	2.00	13.33	0.322	12.34	50.67	37.34	0.347
Muhlenbergia rigida	-	15,000.00	11.54	3.00	20.00	0.170	6.49	38.03	18.03	0.249
Phytolacca icosandra	-	5,000.00	3.85	1.00	6.67	0.251	9.63	20.14	13.48	0.125
Pseudognaphalium attenuatum	-	7,500.00	5.77	2.00	13.33	0.012	0.45	19.55	6.22	0.165
Setaria parviflora	-	7,500.00	5.77	1.00	6.67	0.289	11.06	23.49	16.83	0.165
Tephrosia pringlei	-	15,000.00	11.54	1.00	6.67	0.047	1.81	20.01	13.34	0.249
		130,000.00	**100.00**	**15.00**	**100.00**	**2.61**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**2.163**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Conclusión

En conclusión, la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino en el Área de Influencia (AI) corresponde a un ecosistema en fase de sucesión ecológica con una riqueza florística de 30 especies pertenecientes a 11 familias, entre las cuales Asteraceae, Bromeliaceae, Fagaceae y Poaceae resultaron ser las más diversas. Estructuralmente, el AI exhibe una marcada dominancia de coníferas y latifoliadas, liderada de forma por *Pinus oocarpa* tanto en el estrato arbóreo (2,081.25 ind/ha) como en el arbustivo (1,218.75 ind/ha), en asociación con diversas especies del género *Quercus* (*Q. rugosa*, *Q. elliptica*, *Q. magnoliifolia* y *Q. conspersa*). Asimismo, la presencia de un estrato herbáceo altamente denso (130,000 ind/ha) y la intrusión de gramíneas exóticas invasoras (*Melinis repens* y *Melinis minutiflora*) confirman el carácter secundario del bosque derivado de perturbaciones previas, definiendo una comunidad vegetal que, aunque alterada, mantiene la representatividad propia de los ecosistemas de pino-encino.

Cuadro 61. Índice de Shannon para la vegetación de Selva Baja Caducifolia en AI

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	666	195	274	52
Riqueza (S)	8	11	5	10
Índice de Shannon	0.744	1.363	1.026	2.163
H máx = Log(S)	2.079	2.398	1.609	2.303
Equidad	0.358	0.569	0.638	0.940
Hmax-Hcalc	1.335	1.035	0.583	0.139
Abundancia/ha	2,081.25	1,218.75	1,712.50	130,000.00

IV.4.9 Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de pino-encino en el Área del Proyecto

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación secundaria de bosque de encino.

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **5** especies de **3** familias diferentes. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 62 Composición florística de la Vegetación de Bosque de Pino Encino en el Área del Proyecto.

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	2
Bromelaceae	5

FAMILIA	NO. ESPECIES
Ericaceae	3
Fabaceae	3
Fagaceae	4
Pinaceae	1
Poaceae	2
Solanaceae	1

Cuadro 63. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área del Proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (NOM-059-SEMARNAT-2010), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

IV.4.9.1 Análisis estructural

Estrato Arbóreo

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por 7 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Pinus oocarpa*** con un IVI de 95.57, un IDR de 76.52, una abundancia de 856.25 ind/ha e IS de 0.240, seguido de la especie ***Quercus conspersa*** con un IVI de 49.28, un IDR de 35, una abundancia de 40.63 ind/ha e IS de 0.115, y la especie ***Quercus rugosa*** con un IVI de 41.36, un IDR de 22.31, una abundancia de 81.25 ind/ha e IS de 0.183.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1196.88 ind/ha** y un IS de **1.077.** Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

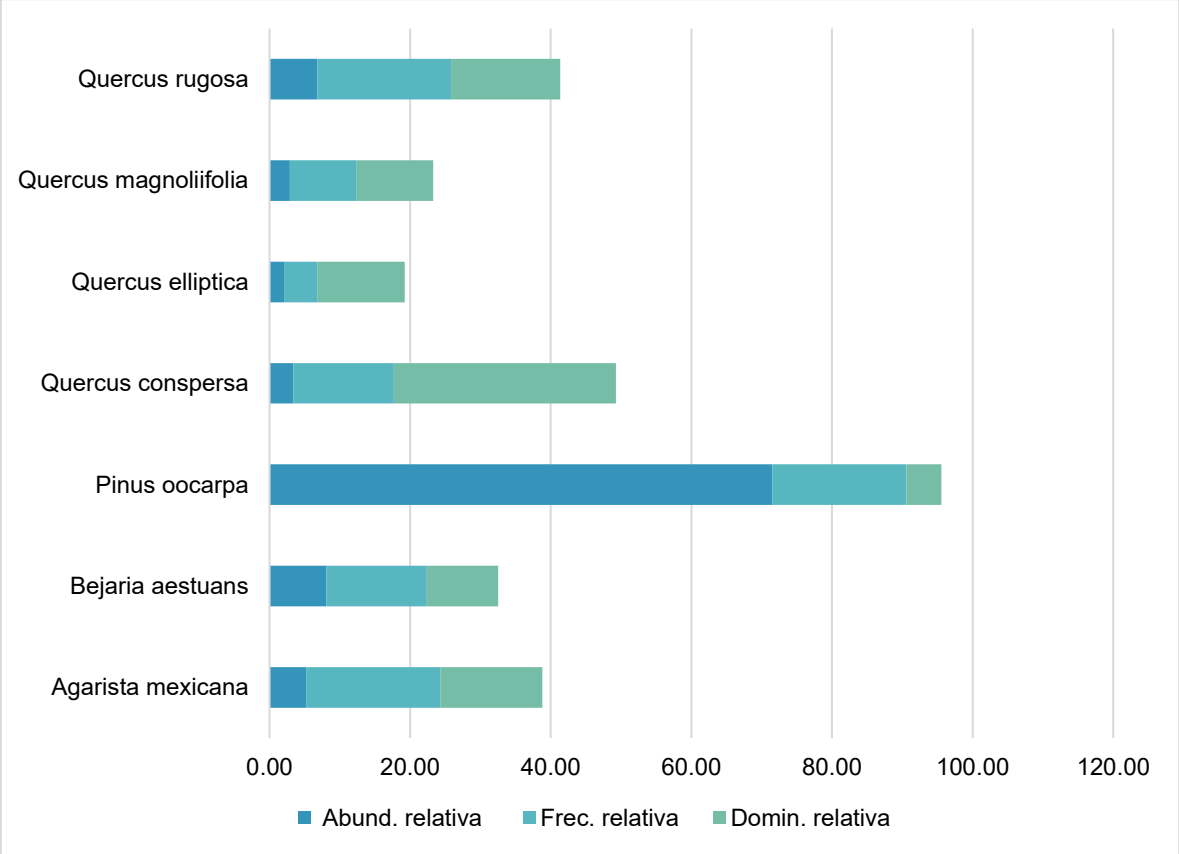


Figura 77 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbóreo.

Cuadro 64. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbóreo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Agarista mexicana	-	62.50	5.22	4.00	19.05	10.91	14.53	38.80	19.75	0.154
Bejaria aestuans	-	96.88	8.09	3.00	14.29	7.60	10.12	32.50	18.21	0.203
Pinus oocarpa	-	856.25	71.54	4.00	19.05	3.74	4.98	95.57	76.52	0.240
Quercus conspersa	-	40.63	3.39	3.00	14.29	23.72	31.60	49.28	35.00	0.115
Quercus elliptica	-	25.00	2.09	1.00	4.76	9.28	12.36	19.21	14.45	0.081
Quercus magnoliifolia	-	34.38	2.87	2.00	9.52	8.18	10.89	23.29	13.76	0.102
Quercus rugosa	-	81.25	6.79	4.00	19.05	11.65	15.52	41.36	22.31	0.183
		1,196.88	**100.00**	**21.00**	**100.00**	**75.07**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.077**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Estrato arbustivo

Este estrato en el Área del Proyecto está representado por 10 especies, de las cuales, sobresale la especie **Bejaria aestuans** con un IVI de 69.50, un IDR de 49.50, una abundancia de 237.50 ind/ha e IS de 0.317, seguido de la especie ***Pinus oocarpa*** con un IVI de 59.43, un IDR de 44.43, una abundancia de 468.75 ind/ha e IS de 0.368, y la especie ***Quercus rugosa*** con un IVI de 45.61, un IDR de 30.61, una abundancia de 193.75 ind/ha e IS de 0.290.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

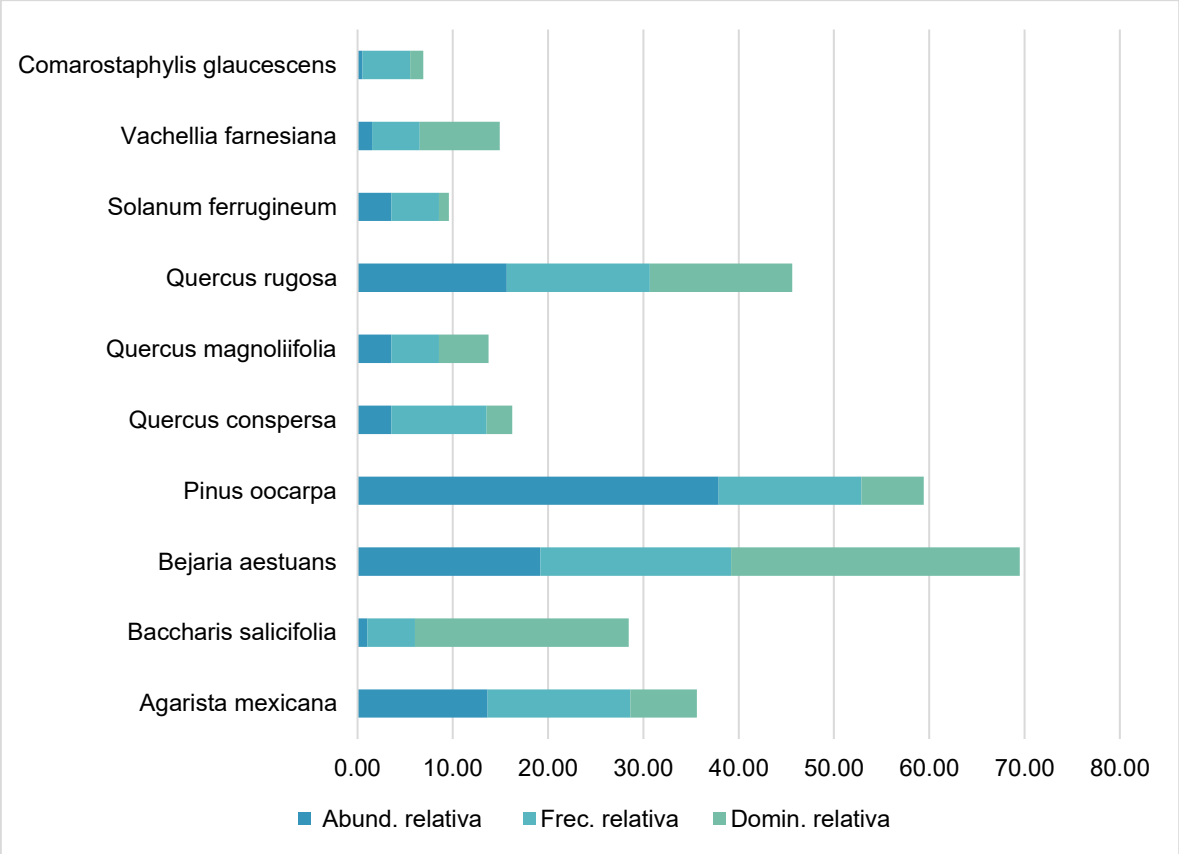


Figura 78 Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Arbustivo

Cuadro 65. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Arbustivo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Agarista mexicana	-	168.75	13.64	3.00	15.00	1.95485603	6.98	35.62	20.62	0.272
Baccharis salicifolia	-	12.50	1.01	1.00	5.00	6.28318531	22.44	28.45	23.45	0.046
Bejaria aestuans	-	237.50	19.19	4.00	20.00	8.48734915	30.31	69.50	49.50	0.317
Pinus oocarpa	-	468.75	37.88	3.00	15.00	1.83537733	6.56	59.43	44.43	0.368
Quercus conspersa	-	43.75	3.54	2.00	10.00	0.75496398	2.70	16.23	6.23	0.118
Quercus magnoliifolia	-	43.75	3.54	1.00	5.00	1.46084058	5.22	13.75	8.75	0.118
Quercus rugosa	-	193.75	15.66	3.00	15.00	4.18682671	14.95	45.61	30.61	0.290
Solanum ferrugineum	-	43.75	3.54	1.00	5.00	0.29501519	1.05	9.59	4.59	0.118
Vachellia farnesiana	-	18.75	1.52	1.00	5.00	2.35619449	8.42	14.93	9.93	0.063
Comarostaphylis glaucescens	-	6.25	0.51	1.00	5.00	0.3848451	1.37	6.88	1.88	0.027
		1,237.50	**100.00**	**20.00**	**100.00**	**28.00**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.738**

OM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Epifitas

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Tillandsia schiedeana*** con un IVI de 138.85, un IDR de 108.85, una abundancia de 962.50 ind/ha e IS de 0.330, seguido de la especie ***Tillandsia makoyana*** con un IVI de 62.08, un IDR de 32.08, una abundancia de 243.75 ind/ha e IS de 0,274 y de la especie ***Tillandsia recurvata*** con un IVI de 56.65, un IDR de 36.65, una abundancia de 350 ind/ha e IS de 0.321.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **1762.50 ind/ha** y un IS de **1.255**.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

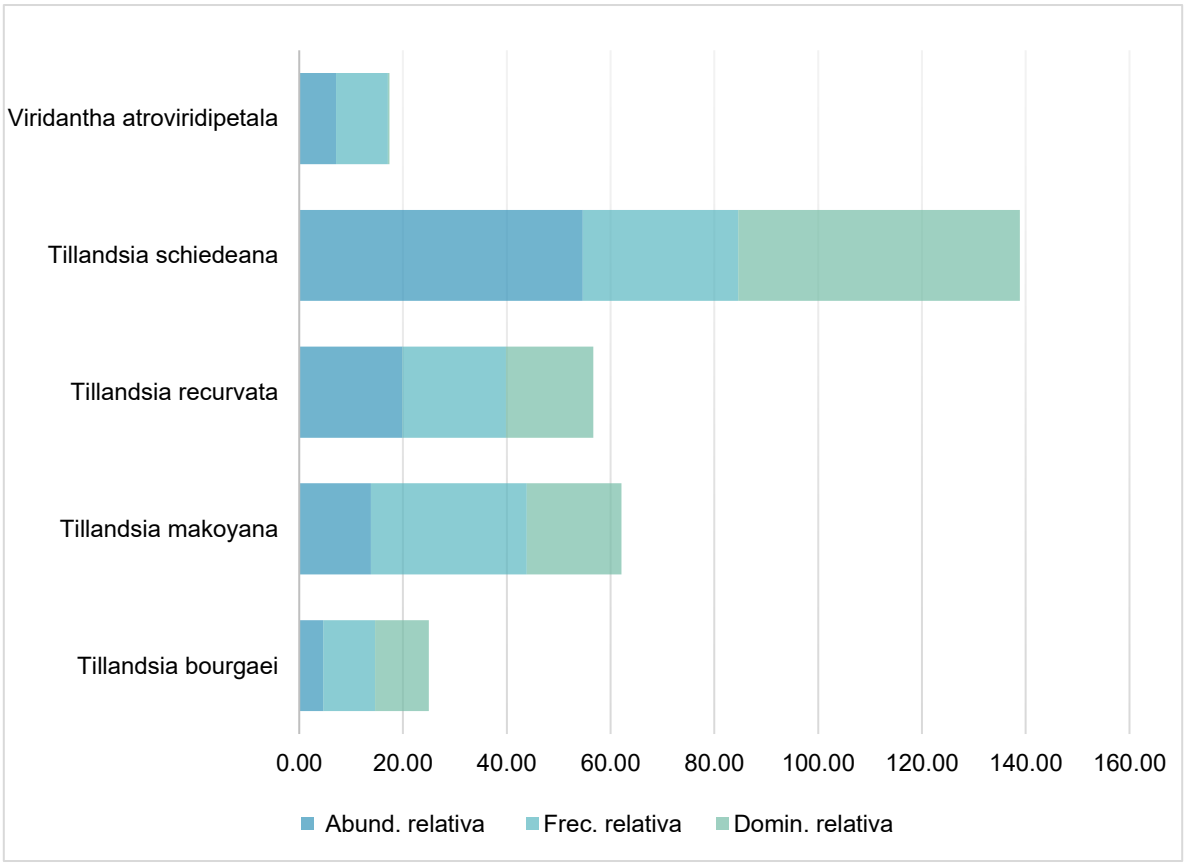


Figura 79. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 66. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Tillandsia bourgaei	-	81.25	4.61	1.00	10.00	0.46	10.39	25.00	15.00	0.142
Tillandsia makoyana	-	243.75	13.83	3.00	30.00	0.81	18.25	62.08	32.08	0.274
Tillandsia recurvata		350.00	19.86	2.00	20.00	0.74	16.79	56.65	36.65	0.321
Tillandsia schiedeana		962.50	54.61	3.00	30.00	2.40	54.24	138.85	108.85	0.330
Viridantha atroviridipetala	-	125.00	7.09	1.00	10.00	0.01	0.32	17.41	7.41	0.188
		1,762.50	**100.00**	**10.00**	**100.00**	**4.42**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**1.255**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shannon

Herbáceo

Este estrato en el Área de Proyecto está representado por 5 especies, de las cuales, sobresale la especie ***Aristida adscensionis*** con un IVI de 137.63, un IDR de 94.77, una abundancia de 65,000 ind/ha e IS de 0.205, seguido de la especie ***Eriosema crinitum*** con un IVI de 100.53, un IDR de 86.24, una abundancia de 5,000 ind/ha e IS de 0,167 y de la especie ***Muhlenbergia rigida*** con un IVI de 23.64, un IDR de 9.36, una abundancia de 7500 ind/ha e IS de 0,214.

Respecto a las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que en este estrato ninguna especie se encuentra dentro de dicha norma.

Es importante señalar que este estrato tiene en total una abundancia de **85,000 ind/ha** y un IS de **0,856**.

Para mayor detalle y referencia de las demás especies que conforman este estrato ver siguiente figura y cuadro.

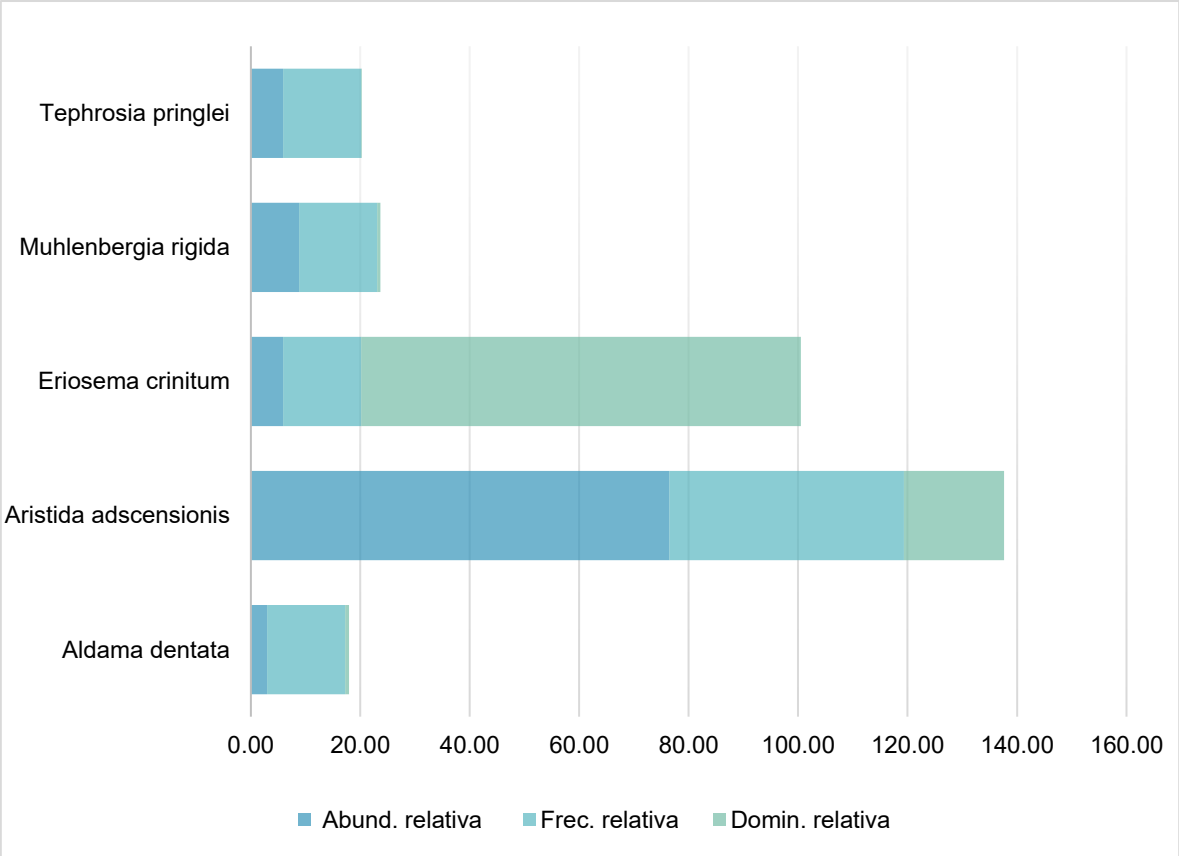


Figura 80. Comparación de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativa de las especies en el estrato Herbáceo

Cuadro 67. Resultado del análisis estructural y de biodiversidad por especies para el estrato Herbáceo.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abund. (ind/ha)	Abund. relativa	Frec.	Frec. relativa	Domin.	Domin. relativa	IVI	IDR	IS
Aldama dentata	-	2,500.00	2.94	1.00	14.29	0.03	0.71	17.94	3.66	0.104
Aristida adscensionis	-	65,000.00	76.47	3.00	42.86	0.81	18.30	137.63	94.77	0.205
Eriosema crinitum	-	5,000.00	5.88	1.00	14.29	3.53	80.36	100.53	86.24	0.167
Muhlenbergia rigida	-	7,500.00	8.82	1.00	14.29	0.02	0.54	23.64	9.36	0.214
Tephrosia pringlei	-	5,000.00	5.88	1.00	14.29	0.00	0.09	20.26	5.97	0.167
		85,000.00	**100.00**	**7.00**	**100.00**	**4.40**	**100.00**	**300.00**	**200.00**	**0.856**

NOM= Norma Oficial Mexicana
Abund= Abundancia
Frec=Frecuencia
Domin= Dominancia
IVI= Índice de Valor de Importancia
IDR= Índice de Dominancia Relativa
IS= Índice de Shanno

Conclusión

En conclusión, la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino en el Área del Proyecto (AP) se caracteriza por ser una comunidad en etapa sucesional con una riqueza florística de 21 especies distribuidas en cuatro estratos ecológicos, destacando las familias Bromeliaceae, Fagaceae, Ericaceae y Fabaceae como los componentes taxonómicos más diversos. Desde la perspectiva estructural, el dosel arbóreo registra una densidad de 1,196.88 ind/ha y está fuertemente dominado por *Pinus oocarpa* (IVI de 95.57), el cual se asocia con diversas especies de latifoliadas del género *Quercus* (*Q. conspersa*, *Q. rugosa*, *Q. magnoliifolia* y *Q. elliptica*) que aportan la mayor dominancia relativa del estrato. En los niveles inferiores, el estrato arbustivo (1,237.50 ind/ha) muestra una transición equilibrada coliderada por la arbustiva *Bejaria aestuans* (IVI de 69.50) y la regeneración de *Pinus oocarpa*, mientras que el estrato epífito (1,762.50 ind/ha) exhibe una notable colonización dominada por *Tillandsia schiedeana* (IVI de 138.85); finalmente, el estrato herbáceo se consolida como el más denso del área con 85,000 ind/ha, dominado ampliamente por la gramínea nativa *Aristida adscensionis* (IVI de 137.63), lo que en conjunto define al AP como una unidad ambiental secundaria. En el siguiente cuadro se presenta una comparación de los índices de biodiversidad alcanzados para cada uno de los estratos.

Cuadro 68. Índice de Shannon para la vegetación de Bosque Pino Encino en el AP

	Arbóreo	Arbustivo	Epifitas	Herbáceo
Ejemplares	383	198	282	34
Riqueza (S)	7	10	5	5
Índice de Shannon	1.077	1.738	1.255	0.856
H máx = Log(S)	1.946	2.303	1.609	1.609
Equidad	0.554	0.755	0.779	0.532
Hmax-Hcalc	0.868	0.565	0.355	0.753
Abundancia/ha	1,196.88	1,237.50	1,762.50	85,000.00

IV.4.10 Fauna

IV.4.10.1 Metodología de muestreo en campo

El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie, por ser los más económicos y muchas veces los únicos posibles por las condiciones físicas del medio a través de conteo en transectos (Painter et al., 1999, Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

Asimismo, se llevó a cabo muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio.

Los transectos en línea son establecidos al azar dentro del área de estudio, con el fin de obtener la función de que tan probable de detectar un individuo de interés. La longitud de los transectos de penderá de la especie de interés: Para detectar mamíferos grandes se deberán establecer transectos con longitudes entre 2 y 5km.

Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente utilizados para estimar la densidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos, debido a que es un método fácil, económico y estadísticamente robusto. Estos muestreos se basan en un conjunto de métodos que incluyen el muestreo en transectos en línea y muestreos en puntos, en los que se estima la densidad o la abundancia de los animales partir de una muestra de distancias de individuos detectados (Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

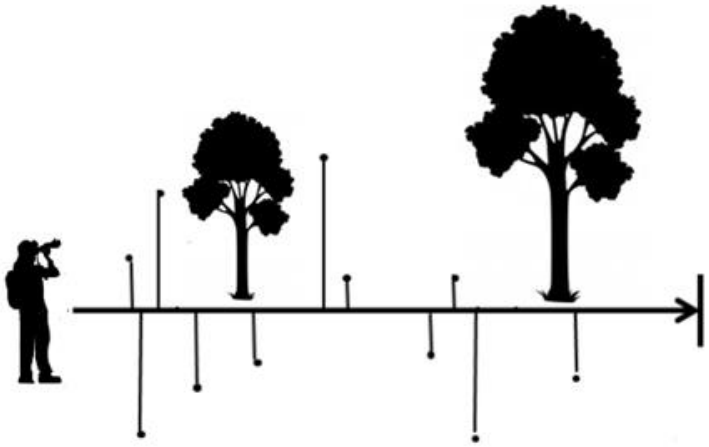


Figura 81. Diagrama de un transecto

Metodología en campo para Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Este grupo indica y sostiene la salud del ecosistema a través de diferentes procesos: ayudan a mantener las aguas limpias, soportan las cadenas tróficas (son excelentes controladores de plagas de cultivos y de vectores de enfermedades humanas), influencian la producción primaria y el ciclaje de nutrientes, polinizan los órganos florales y dispersan (y viabilizan) semillas, incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua (bioturbación) y, en general, mantienen el flujo de materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres, así como entre el dosel de los bosques y el suelo (Galindo-Uribe & Hoyos-Hoyos, 2007; Whiles et al., 2013; Valencia-Aguilar et al., 2013).

La técnica de inspección por encuentro visual con captura manual (VES) (Crump & Scott, 1994; Angulo et al., 2006) es el método de más costo-eficiencia para el muestreo de

ensamblajes de anfibios y reptiles respecto a otras técnicas. Esta consiste en recorridos estandarizados por tiempo, espacio y número de personas, que realizan una búsqueda de individuos por los microhábitats usados y hasta 2 metros de altura en la vegetación (Heyer et al., 1994). Se utilizaron transectos, en los cuales se buscó la herpetofauna en los microhabitat donde se encuentran. Cuando el VES se realiza a lo largo de transectos se convierte en un método estándar, robusto y eficiente en el inventario y monitoreo de ensamblajes. Los muestreos se desarrollaron durante diferentes horas, abarcando los horarios de actividad de las especies, de 7:00 a 10:00 y de 16:00 a 19:00 horas.



Figura 82. Búsqueda de herpetofauna

Los reptiles por ser organismos ectotérmicos (regulan su temperatura corporal a partir de la temperatura ambiental), sus hábitos y conductas dependen en gran medida de las condiciones climáticas en los lugares donde se encuentran, por ello se debe tomar en cuanta todo esto al momento de la realización de los muestreos, pues la probabilidad de encontrarlos se ve influenciada por ese tipo de factores ambientales. La búsqueda de este grupo en particular se llevó a cabo con la ayuda de un gancho herpetológico, que sirvió para levantar rocas, troncos de árboles, así como para inspeccionar grietas en paredes y debajo de vegetación y hojarasca, pudiendo ser también utilizado (junto a guantes de carnaza) para la manipulación de serpientes; mientras que las lagartijas y demás reptiles se capturan de manera manual, usando únicamente la técnica de las ligas gruesas con individuos demasiados rápidos que pudieran huir y no permitieran el acercamiento, pues el objetivo de esta es dar un golpe con la liga al organismo lo suficientemente fuerte para aturdirlo (pero no tan fuerte como para matarlo) y permitir el aproximarse para capturarlo.



Figura 83. Captura manual de un reptil en campo

Los anfibios, en general, requieren de cuerpos de agua para reproducirse, en especial los anuros que poseen etapas larvarias estrictamente acuáticas. Estos cuerpos de agua pueden ser permanentes (ríos, lagunas, presas, etc.), así como temporales (arroyos, charcas); tienden a utilizar sitios donde la humedad es alta y no se encuentran expuestos al sol directamente, lo que provocaría su desecación y muerte. Por lo ello, su búsqueda estuvo dirigida hacia los hábitats o microhábitats que tuvieran las características antes descritas e incluso se ponía atención en lugares lejanos a cuerpo de agua, pues hay especies que pueden alejarse de los mismos. La captura de estos organismos como la de los reptiles, se puede realizar de forma manual, con la modificación de que se usan bolsas de plástico para la seguridad de los anfibios.

Metodología en campo para Avifauna

Las aves son consideradas conectores móviles que facilitan la transferencia de materia y energía, por lo que, en consecuencia, son elementos claves en el mantenimiento de la función y resiliencia de los ecosistemas (Sekercioglu, 2006; Wenny et al., 2011), así como en la provisión de servicios ecosistémicos (Whelan et al., 2008; Haines-Young & Potschin, 2013).

El método que se utilizó para el registro de la ornitofauna fue el de transectos. Este método es similar a los conteos por puntos, pero aquí el observador registra las aves detectadas mientras camina a través de un área, ya sea en línea recta o de forma aleatoria (Ralph et al., 1996). Es una técnica ampliamente adaptable a un gran número de hábitats, así como

a especies en particular, como las gacelas mongolianas (Olson et al., 2005) y vicuñas en Argentina (Baigún et al., 2008); por lo que se vuelve una técnica idónea para saber la riqueza o diversidad de la ornitofauna de una zona.

De tal modo, que el método de transecto utilizado para el registro de las aves consistió en recorrer los transectos en diferentes direcciones en su hábitat, registrando todas las aves observadas (Taylor, 2003). En lo posible, se trataba de no realizar demasiado ruido para no ahuyentar a los individuos y en ocasiones, en lugares propicios, el observador se detenía durante algunos momentos para observar detenidamente en su alrededor en busca de organismos, apoyado con una cámara fotográfica, con la cual se tomaron fotografías de las aves para ser identificadas in situ o posteriormente. El mejor horario para la realización del muestreo de este grupo fue de 7:00 a 11:00 y de 16:00 a 18 horas, sin embargo, también se realizaron registros oportunistas cuando se veían organismos en otros momentos.

Metodología en campo para Mastofauna

Los mamíferos juegan un papel de gran importancia para el mantenimiento de las condiciones del hábitat y los ecosistemas, ya que conservan la dinámica y flujo de energía de estos mediante servicios vitales y ecológicos como el control de poblaciones de pequeños vertebrados, la dispersión y predación de semillas, folivoría y frugivoría (Emmons, 1990). En general, cada grupo de especies necesita de un método particular acorde a los tamaños y/o hábitos de comportamiento.

Al haber un amplio rango de tamaños en este grupo de vertebrados, su muestreo se torna un tanto más complicado, teniendo que usarse técnicas adecuadas para poder registrarlos. Dados estos parámetros, se utilizaron tanto métodos directos como indirectos en los transectos establecidos para conocer mejor la composición de este grupo, es decir, se trató de avistar directamente a los mamíferos (método directo) y al ser mayores las dimensiones de algunos animales, la captura de estos se hace más difícil, por lo que para animales de tallas grandes y medianas es más recomendable realizar observaciones indirectas (Jones et al., 1996).

Los registros indirectos de mamíferos medianos y grandes son a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros (Krebs et al., 2008), puesto que gran parte son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986). La búsqueda de los rastros se realizó a la par de los métodos directos y también mientras se hacían los muestreos de los demás grupos faunísticos; además, se tomaron fotografías de los rastros junto a una referencia de tamaño (bolígrafo con regla métrica) y se midieron.



Figura 84. Ejemplos de rastros encontrados en campo

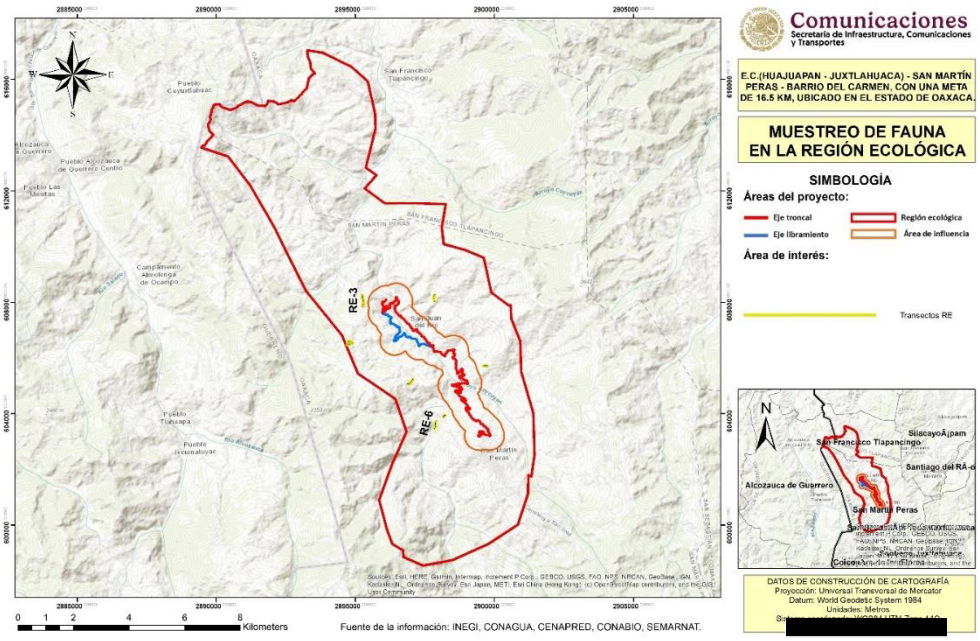
IV.4.10.2 Análisis de riqueza y diversidad

Con el objetivo de determinar la riqueza y abundancia proporcional de especies de fauna silvestre presentes en el Área del Proyecto, en el Área de Influencia y en la Región Ecológica, así como considerando las dimensiones y características del proyecto, se realizaron transectos de más de 100 metros de longitud. Se realizaron 12 en AP, 7 en AI y 7 en RE (AP, AI y RE).

Cuadro 69. ***Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre.***

Número Transecto	Unidad de Análisis	ID Transecto	Coordenadas UTM Zona 14 Q				Longitud m
			Coordenada Inicio		Coordenada Fin		
			X	Y	X	X	
1	AP	T1-AP	580508	1921082	580215	1921303	400
2	AP	T2-AP	580173	1921585	580044	1921803	490
3	AP	T3-AP	579738	1922172	579933	1922276	525
4	AP	T4-AP	579716	1922388	579972	1922422	260
5	AP	T5-AP	579932	1922698	579999	1922854	305
6	AP	T6-AP	579702	1923399	579694	1923553	200
7	AP	T7-AP	577180	1925412	577275	1925442	100
8	AP	T8-AP	578833	1923885	578700	1924029	205
9	AP	T9-AP	578146	1924545	577997	1924695	210
10	AP	T10-AP	577431	1925308	577586	1925393	200
11	AP	T11-AP	577452	1924629	577478	1924830	215
12	AP	T12-AP	577744	1924133	577561	1924010	250
1	AI	AI-1	578222	1924166	578336	1924267	250
2	AI	AI-2	580437	1920767	580285	1920906	215
3	AI	AI-3	580683	1920708	580734	1920852	165
4	AI	AI-4	577764	1925509	577639	1925712	300

Número Transecto	Unidad de Análisis	ID Transecto	Coordenadas UTM Zona 14 Q				Longitud m
			Coordenada Inicio		Coordenada Fin		
			X	Y	X	X	
5	AI	AI-5	578426	1924400	578580	1924568	250
6	AI	AI-6	577846	1924893	578023	1924983	200
7	AI	AI-7	577564	1923980	577415	1923868	210
1	RE	RE-1	579355	1921309	579262	1921217	150
2	RE	RE-2	580731	1922998	580920	1923047	210
3	RE	RE-3	576435	1925243	576447	1925725	505
4	RE	RE-4	578233	1922635	578015	1922448	305
5	RE	RE-5	579051	1925370	579081	1925653	305
6	RE	RE-6	579027	1921118	578937	1920783	350
7	RE	RE-7	576112	1923943	575973	1923900	500



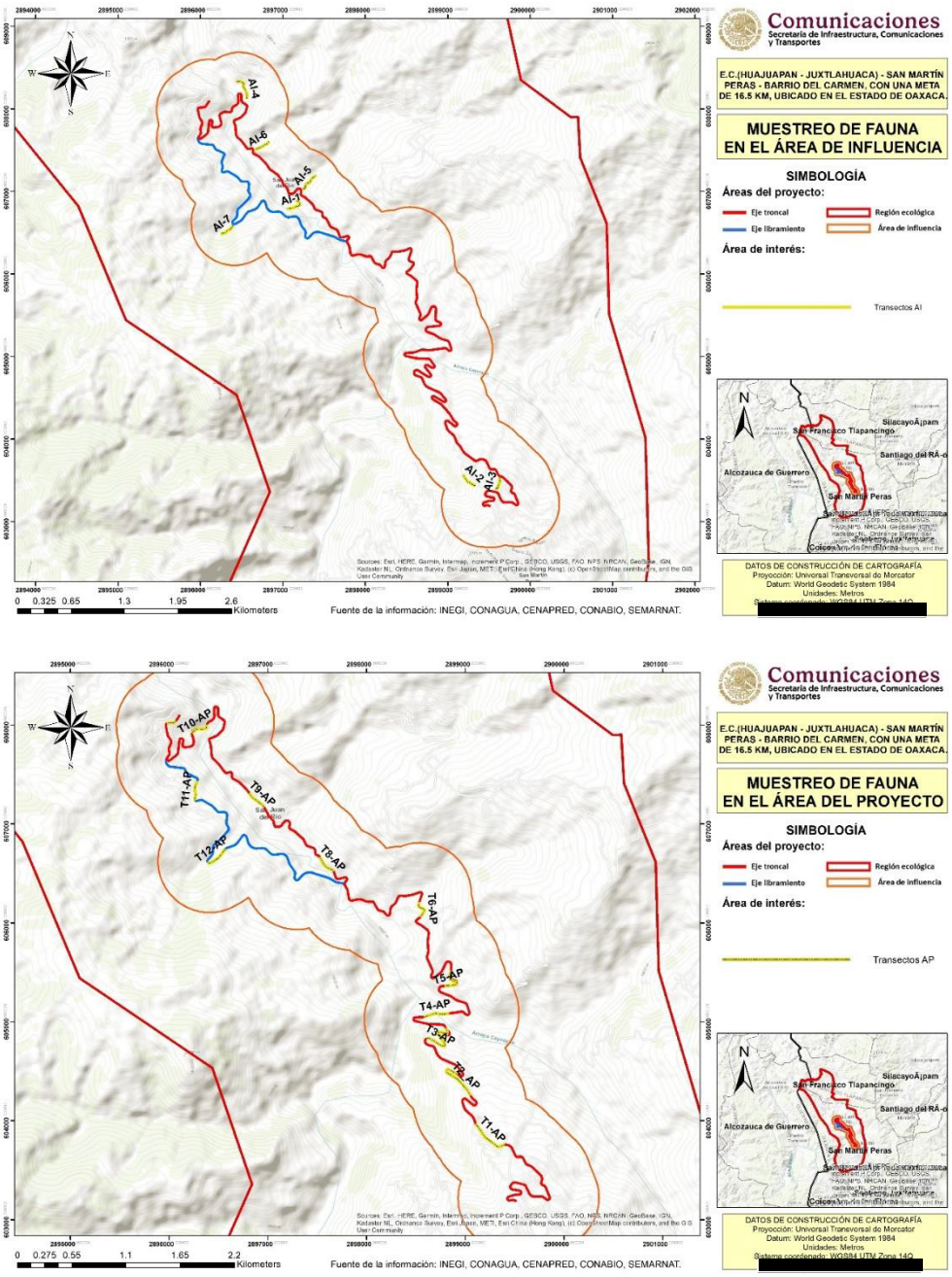


Figura 3. Transectos realizados para el registro de fauna en AP, AI y RE.

IV.4.10.3 Curva de acumulación de especies

La mayoría de los inventarios son forzosamente incompletos. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad (Gotelli & Colwell, 2001). En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos

grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma, por ejemplo, con una distribución normal (Moreno, 2001).

Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar y son relativamente efectivos (Moreno, 2001).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muéstrales (Magurran, 1988).

Así, uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una comunidad son las curvas de acumulación de especies, o curvas de colecta (Gray, 2002), las cuales permiten:

1) Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
2) Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
3) Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al.*, 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras las que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo. La curva de acumulación de especies se obtuvo con el programa EstimateS 9.1.0, el cual es una potente herramienta metodológica para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenida en distintos inventarios. Además, permite obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jiménez y Hortal, 2003).

Para calcular el esfuerzo de muestreo se utilizaron los sitios de muestreo como unidades de estimación. De acuerdo con el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt de Villareal (2004), en su Capítulo 7.3 nos menciona que *"… Si la curva nos indica*

que obtuvimos más del 80% de las especies en un sitio de muestreo, es posible realizar este tipo de análisis" (Villareal et al., 2004). En este caso, los estimadores empleados para realizar la comparación son los siguientes:

CHAO 1: Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

CHAO 2: Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

BOOTSTRAP: Estimador que se utiliza cuando sólo se dispone de datos de presencia-ausencia. Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

Ahora bien, de acuerdo con lo anterior y tomando en cuenta la información del muestreo del área del proyecto (AP), del Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica Regional (RE), se determinaron el número de especies de fauna silvestre en cada unidad de análisis mediante el programa EstimateS 9.1.0, y aplicando los estimadores no paramétricos referidos (**Chao 1, Chao 2** y **Bootstrap)**, se llevó a cabo la generación de las curvas de estimadores no paramétricos para la fauna silvestre presente en el AP, AI y RE.

Usando estos estimadores se calculó la completitud del muestre, Como resultado, se expresa que con el trabajo de campo realizado para cada una de las unidades de análisis y para cada uno de los grupos taxonómicos se logró registrar al menos el 80% de las especies esperadas, lo cual es indicador de un muestreo representativo, los resultados se muestran en el siguiente cuadro. En general, a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables (Jiménez V. A. & J, Hortal, 2003).

Cuadro 70. Riqueza en el AP, AI y RE; especies registradas en campo, esperadas y completitud del muestreo según los distintos estimadores no paramétricos empleados para la fauna silvestre.

Sitio de estudio	GRUPO	Especies observadas	Estimador no paramétrico de riqueza			% de muestreo logrado (completitud)		
			Chao 1	Chao 2	Bootstrap	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
AP	AVES	30	32.3	34.13	38.2	92.8%	87.9%	87.9%
AI		24	24.8	30.3	28.9	96.6%	79.2	83%
RE		25	25.33	25.92	28.39	98.7	96.45	88.06
AP	HERPETOFAUNA	6	6.31	7.4	8.7	95%	81.3%	83.7%
AI		8	8.3	8.5	9.4	96.1%	94%	85.1%
RE		8	9.8	9.7	9.5	81%	82.3%	83.5%
AP	MAMÍFEROS	4	4	4	4.5	100%	100%	89.5%

Sitio de estudio	GRUPO	Especies observadas	Estimador no paramétrico de riqueza			% de muestreo logrado (completitud)		
			Chao 1	Chao 2	Bootstrap	Chao 1	Chao 2	Bootstrap
AI		8	8.2	8.2	9	97%	97.4%	88.9%
RE		6	6.9	6.6	7.3	86.9%	90.3%	82.1%

Por otra parte, en las figuras 4, 5 y 6, se puede apreciar que las curvas de los distintos estimadores presentan valores muy cercanos a los observados en campo, logrando formar la asíntota de la curva de acumulación, lo cual nos indica que se ha logrado un buen muestreo.

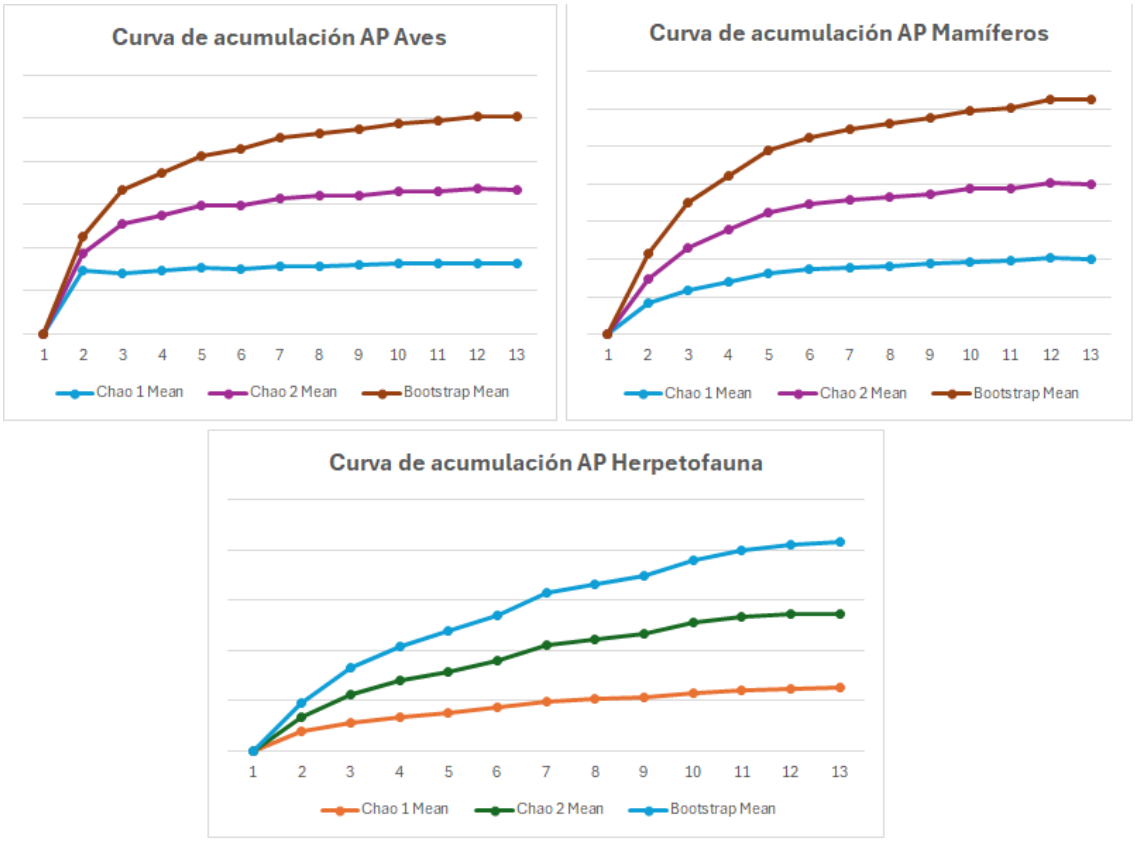


Figura 4. Curva de acumulación de especies observadas de fauna muestreada en el AP y los estimadores no paramétricos usados.

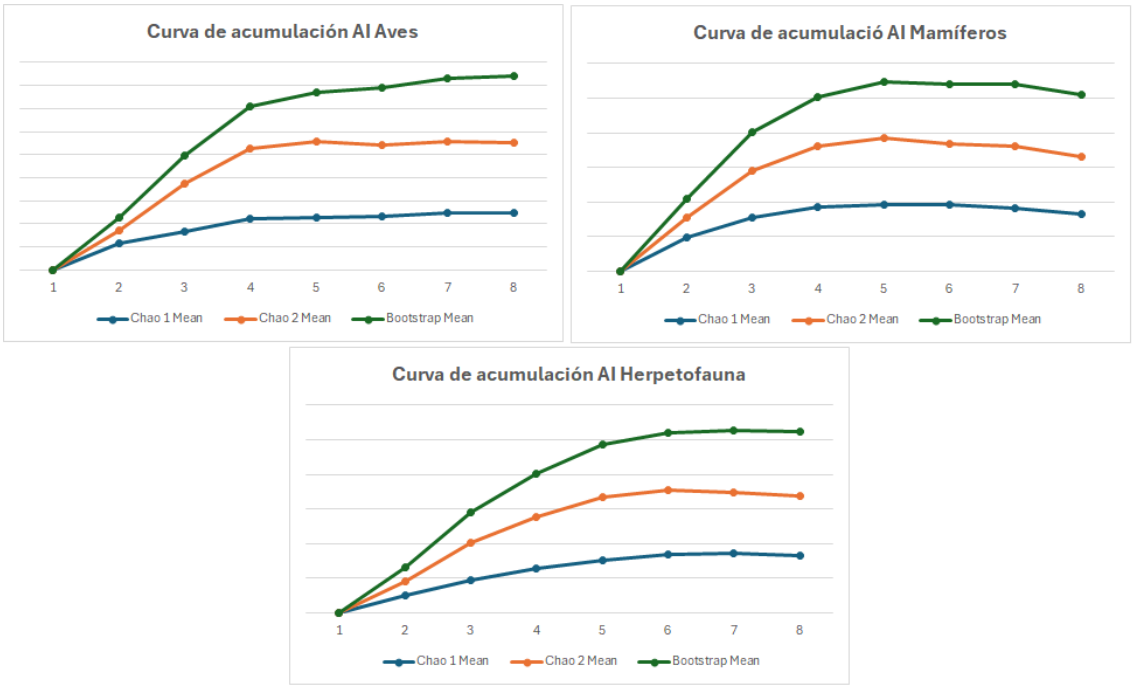


Figura 5. Curva de acumulación de especies observadas de fauna muestreada en el AI y los estimadores no paramétricos usados.

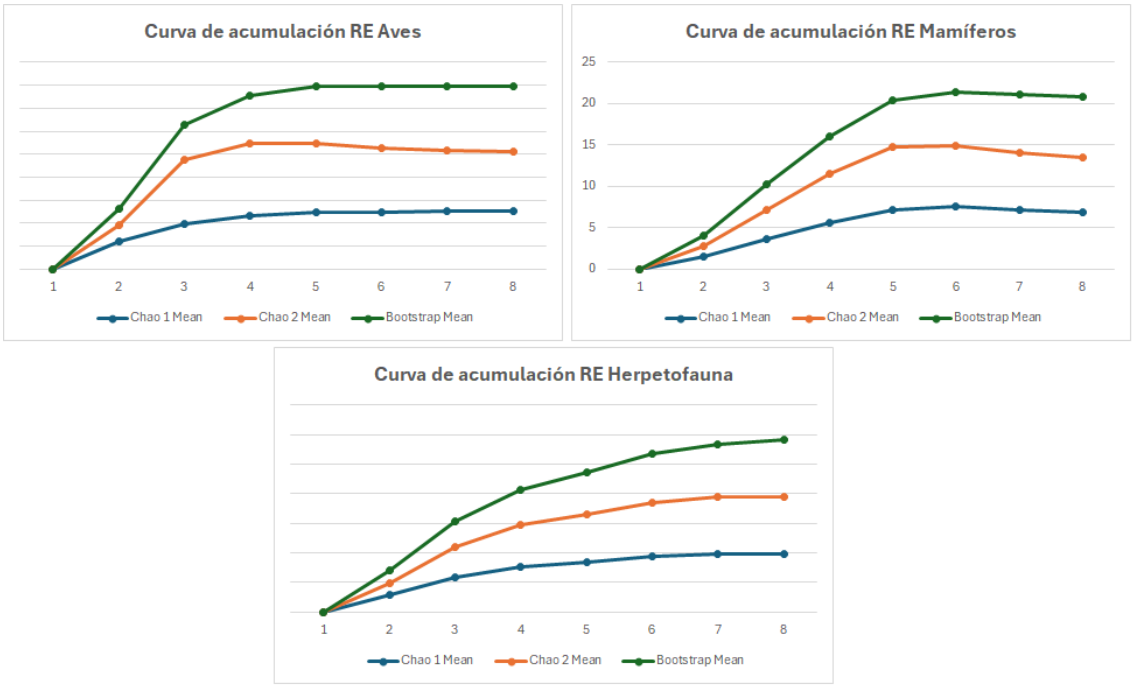


Figura 6. Curva de acumulación de especies observadas de fauna muestreada en el RE y los estimadores no paramétricos usados.

IV.4.10.3.1 Análisis de diversidad de fauna

La mezcla de especies, tanto en su número como en su abundancia relativa, definen la estructura biológica de una comunidad. La medida más simple de la estructura de la comunidad es el recuento del número de especies que existen dentro de ella, lo que se denomina riqueza de especies.

De igual manera medir la diversidad, permite describir los componentes del sistema bajo estudio, hacer comparaciones entre sistemas ya que representan la materia prima para generar teorías (Maclaurin y Sterelny, 2008). En la ecología de comunidades se requieren de medidas apropiadas de la diversidad para generar y poner a prueba teorías sobre la coexistencia de las especies, los procesos dinámicos de los ecosistemas, los determinantes históricos y el impacto de las actividades humanas, así los cambios en la magnitud de la diversidad pueden utilizarse para justificar acciones de protección de los ecosistemas (Moreno *et al*., 2011).

Para estimar la diversidad dentro de las áreas muestreadas (RE, AI y AP), se usaron los siguientes índices:

Índice de diversidad de Simpson

Representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a diferentes especies.

$$D = 1 - \lambda$$

Donde $\lambda = \sum pi^2$

pi =número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Shannon

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (Shannon y Weaver, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988).

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

Se usó el índice de **Equidad de Pielou (J´)** se midió lo parecidas que son las proporciones de las diferentes especies encontradas en las áreas muestreadas, ya que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada:

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

H´= Índice de diversidad de Shannon Wiener

H´max = ln (S)

S= Número de especies

A partir del índice de Shannon, se calculó el número efectivo de especies, los números efectivos de especies (medidas de diversidad verdadera), permiten obtener una interpretación intuitiva y fácilmente comparable de la diversidad de especies (Jost, 2006).

$$^1D = e^{\left[-\Sigma \quad piln(pi)\right]}$$

IV.4.10.4 Especie encontradas en el muestreo de RE, AI y AP

En todo el muestreo de Área del proyecto, Área de Influencia y Region Ecológica se encontraron 51 especies de Aves, 13 especies de Herpetofauna, y 10 especies de Mamíferos (Cuadro 4).

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A). En los siguientes apartados se describe lo encontrados para cada zona y para cada grupo.

Cuadro 71. ***Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE.***

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
1	Avifauna	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-	LC	Cites II
2	Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	LC	Cites II
3	Avifauna	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	LC	
4	Avifauna	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	LC	
5	Avifauna	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-	LC	
6	Avifauna	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	LC	
7	Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	
8	Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	
9	Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	
10	Avifauna	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	LC	
11	Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
12	Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	LC	
13	Avifauna	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	-	LC	
14	Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	LC	
15	Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	LC	Cites II
16	Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	LC	
17	Avifauna	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	LC	
18	Avifauna	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	LC	
19	Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	LC	
20	Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	LC	
21	Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	LC	
22	Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	LC	
23	Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	LC	
24	Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	LC	
25	Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	LC	
26	Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	LC	
27	Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	LC	
28	Avifauna	Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	-	LC	
29	Avifauna	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-	LC	
30	Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	LC	
31	Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	LC	
32	Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	LC	
33	Avifauna	Ptiliogonatidae	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris		LC	
34	Avifauna	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-	LC	
35	Avifauna	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-	LC	
36	Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	LC	
37	Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	LC	
38	Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	LC	
39	Avifauna	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-	LC	
40	Avifauna	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-	LC	
41	Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	LC	
42	Avifauna	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	LC	
43	Avifauna	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	LC	
44	Avifauna	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	LC	
45	Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	
46	Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC	
47	Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	LC	
48	Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	LC	
49	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	LC	
50	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	LC	
51	Avifauna	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-	LC	
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr	LC	

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
2	Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	-	LC	
3	Herpetofauna	Colubridae	*Conopsis acuta*	Culebra terrestre guardacaminos	-	LC	
4	Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	LC	
5	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	Cites II
6	Herpetofauna	Mabuyidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-	LC	
7	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	-	LC	
8	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija Espinosa esmeralda	-	LC	
9	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-	LC	
10	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	LC	
11	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Arbol del Pacifico	-	LC	
12	Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	LC	
13	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	LC	
1	Mamiferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	LC	
2	Mamiferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	LC	
3	Mamiferos	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-	LC	
4	Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	LC	
5	Mamiferos	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	-	LC	
6	Mamiferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	LC	
7	Mamiferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	LC	
8	Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	LC	
9	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	
10	Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	LC	

IV.4.11 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en la Región Ecológica (RE.)

Aves

Este grupo faunístico está representado por 109 individuos de 25 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con el cuadro siguiente, las especies que presentaron la mayor abundancia fueron la Golondrina Alas Aserradas (*Tachycineta thalassina*), el Sastecillo (*Psaltriparus minimus*) y la Piranga roja (*Piranga rubra*) con 30, 8 y 7 individuos respectivamente.

Por otra parte, las especies que tienen mayor frecuencia son las siguientes: la Piranga roja (*Piranga rubra*), Zopilote común (*Coragyps atratus*), Tortolita Cola Larga (*Columbia inca*), Jilguerito dominico (*Spinus psaltria*), Capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*) y Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) todas con una frecuencia de 3.

Ahora bien, se obtuvo un Índice Shannon igual a 2.79, valor que representa una diversidad de especies media para este grupo para la RE.

Cuadro 72. ***Resumen de los valores de diversidad calculados para el grupo de Aves en el RE***

Parámetro	Aves RE
Riqueza específica (S)	25
Individuos	109
Dominancia	0.1
Índice de Simpson (1-D)	0.9
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.79

En la siguiente Figura y los cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de aves registradas dentro del RE.

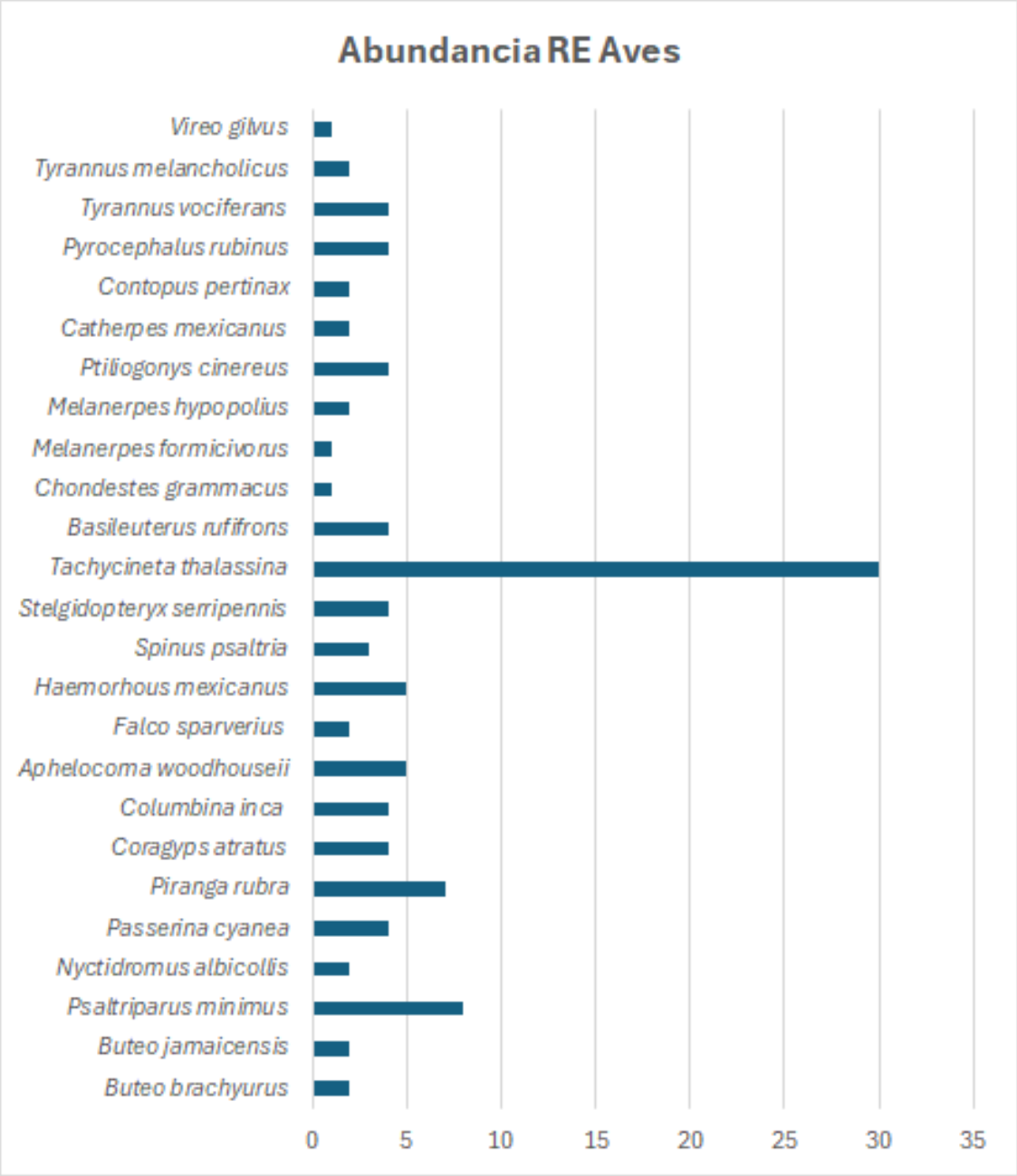


Figura 7. Abundancia de avifauna registradas en el RE.

Cuadro 73. ***Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el RE.***

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	0	0	1	0	0	0	1	2
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	0	0	0	0	1	0	1	2
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	6	0	0	0	0	2	0	8
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	-	0	1	0	0	0	1	0	2
Passerina cyanea	Colorín azul	-	2	0	0	0	2	0	0	4
Piranga rubra	Piranga Roja	-	1	0	0	5	0	0	1	7
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	0	1	0	1	0	0	2	4
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	1	0	0	0	0	1	2	4
Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar	-	0	0	0	2	3	0	0	5
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	1	0	0	0	0	0	1	2
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	0	0	0	0	3	0	2	5
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	0	1	0	0	1	1	0	3
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	0	4	0	0	4
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	30	0	0	0	0	30
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	0	0	3	0	0	1	0	4
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	0	1	0	0	2	1	0	4
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	0	1	0	0	0	1	0	2
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	0	0	0	1	0	0	1	2
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	2	0	1	0	0	4
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	0	0	3	0	0	1	0	4

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	1	0	0	0	1	0	0	2
Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	1	0	0	0	0	0	0	1
25			**14**	**5**	**41**	**11**	**18**	**9**	**11**	**109**

Cuadro 74. ***Abundancia de especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el RE.***

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	8	7.34	2.00	4.00	0.07	2.61	0.192
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Passerina cyanea	Colorín azul	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Piranga rubra	Piranga Roja	-	7	6.42	3.00	6.00	0.06	2.75	0.176
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar	-	5	4.59	2.00	4.00	0.05	3.08	0.141
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	5	4.59	2.00	4.00	0.05	3.08	0.141
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	3	2.75	3.00	6.00	0.03	3.59	0.099
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	4	3.67	1.00	2.00	0.04	3.31	0.121

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	30	27.52	1.00	2.00	0.28	1.29	0.355
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	2	1.83	1.00	2.00	0.02	4.00	0.073
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043
25			**109**	**100**	**50**	**100**	**1**	**88.90**	**2.79**

.

.

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 10 individuos de 6 especies, de estas ninguna se encuentra en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie más abundante es la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus)* con 3 registros en RE, las especies con mayor frecuencia fueron la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus),* el Armadillo nueve bandas *(Dasypus mexicanus)* y el conejo de monte *(Sylvilagus cunicularius)* todas con una frecuencia de 2.

Este grupo tiene un índice de Shannon de 1.70, lo cual representa una diversidad baja para la RE.

Cuadro 75*. **Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el RE.***

Parámetro	Mamíferos RE
Individuos	10
Riqueza específica (S)	6
Dominancia	0.2
Índice de Simpson (1-D)	0.8
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.70

En la siguiente figura y los cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro de la RE.

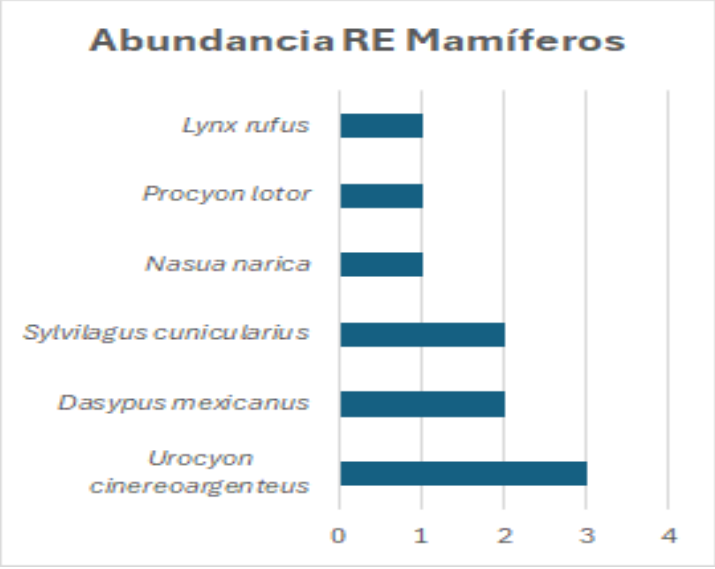


Figura 8. Abundancia de mastofauna registrada en la RE

Cuadro 76. ***Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del RE.***

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	0	0	1	2	0	0	0	3
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	0	1	0	0	0	0	1	2
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	0	0	0	1	0	0	2
Nasua narica	Coatí	-	0	0	0	0	0	1	0	1
Procyon lotor	Mapache	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Lynx rufus	Lince Americano	-	0	1	0	0	0	0	0	1
6			**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**10**

Cuadro 77. ***Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el RE.***

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	3	30.00	2.00	22.22	0.30	1.20	0.361
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	2	20.00	2.00	22.22	0.20	1.61	0.322
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	2	20.00	2.00	22.22	0.20	1.61	0.322
Nasua narica	Coatí	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
Procyon lotor	Mapache	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
Lynx rufus	Lince Americano	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
6			**10**	**100**	**9**	**100**	**1**	**11.33**	**1.70**

.

HERPETOFAUNA

En RE este grupo faunístico se encuentra representado por 15 individuos de 8 especies, de las cuales hay dos en la lista de especies en riesgo, la NOM-059-SEMARNAT-2010: Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A) y Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), en categoría de Sujeta a Protección especial.

La especie más abundante es el Lagartija Espinosa esmeralda (*Sceloporus scitulus*) con cuatro individuos, asimismo esta es la especie con más frecuencia con una frecuencia de 4.

Este grupo presenta en RE un índice de diversidad de Shannon de 1.93, una diversidad baja.

Cuadro 78. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el RE.

Parámetro	Herpetofauna RE
Individuos	15
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.16
Índice de Simpson (1-D)	0.84
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.93

En la figura y cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de herpetofauna registradas dentro del RE.

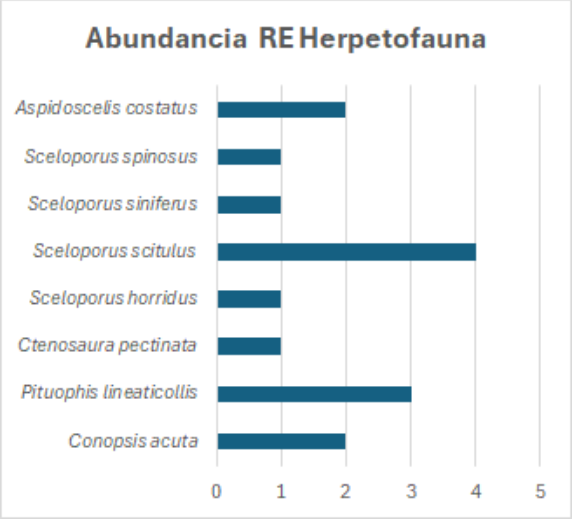


Figura 9. Abundancia de herpetofauna registrada en la RE.

Cuadro 79. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Conopsis acuta	Culebra terrestre guardacaminos	-	1	0	0	0	1	0	0	2
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	0	1	0	0	1	0	1	3
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	0	0	0	1	0	0	0	1
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	0	1	0	0	0	0	0	1
Sceloporus scitulus	Lagartija Espinosa esmeralda	-	1	0	1	0	1	0	1	4
Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	1	0	0	0	0	0	0	1
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	1	0	0	1
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	0	1	0	0	1	0	2
8			**3**	**2**	**2**	**1**	**4**	**1**	**2**	**15**

.

Cuadro 80. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Conopsis acuta	Culebra terrestre guardacaminos	-	2	13.33	2.00	13.33	0.13	2.01	0.269
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	3	20.00	3.00	20.00	0.20	1.61	0.322
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Sceloporus scitulus	Lagartija Espinosa esmeralda	-	4	26.67	4.00	26.67	0.27	1.32	0.352
Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	2	13.33	2.00	13.33	0.13	2.01	0.269
8			**15**	**100**	**15**	**100**	**1**	**17.79**	**1.93**

.

IV.4.11.1 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en el Área de Influencia (AI)

Aves

Este grupo faunístico está representado por 103 individuos de 24 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La especie más abundante es la Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*), el Sastrecillo (*Psaltriparus minimus*), y la Golondrina Alas Aserradas (*Stelgidopteryx serripennis)* con 17, 16 y 13 registros respectivamente.

En cuanto a la Frecuencia la especie con mayor valor es el Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) con una frecuencia de 4.

El índice de diversidad de Shannon resulto en 2.8 que es una diversidad media.

Cuadro 81. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AI

Parámetro	Aves AI
Individuos	103
Riqueza específica (S)	24
Dominancia	0.09
Índice de Simpson (1-D)	0.91
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.8

En la figura y cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de aves registradas dentro del AI.

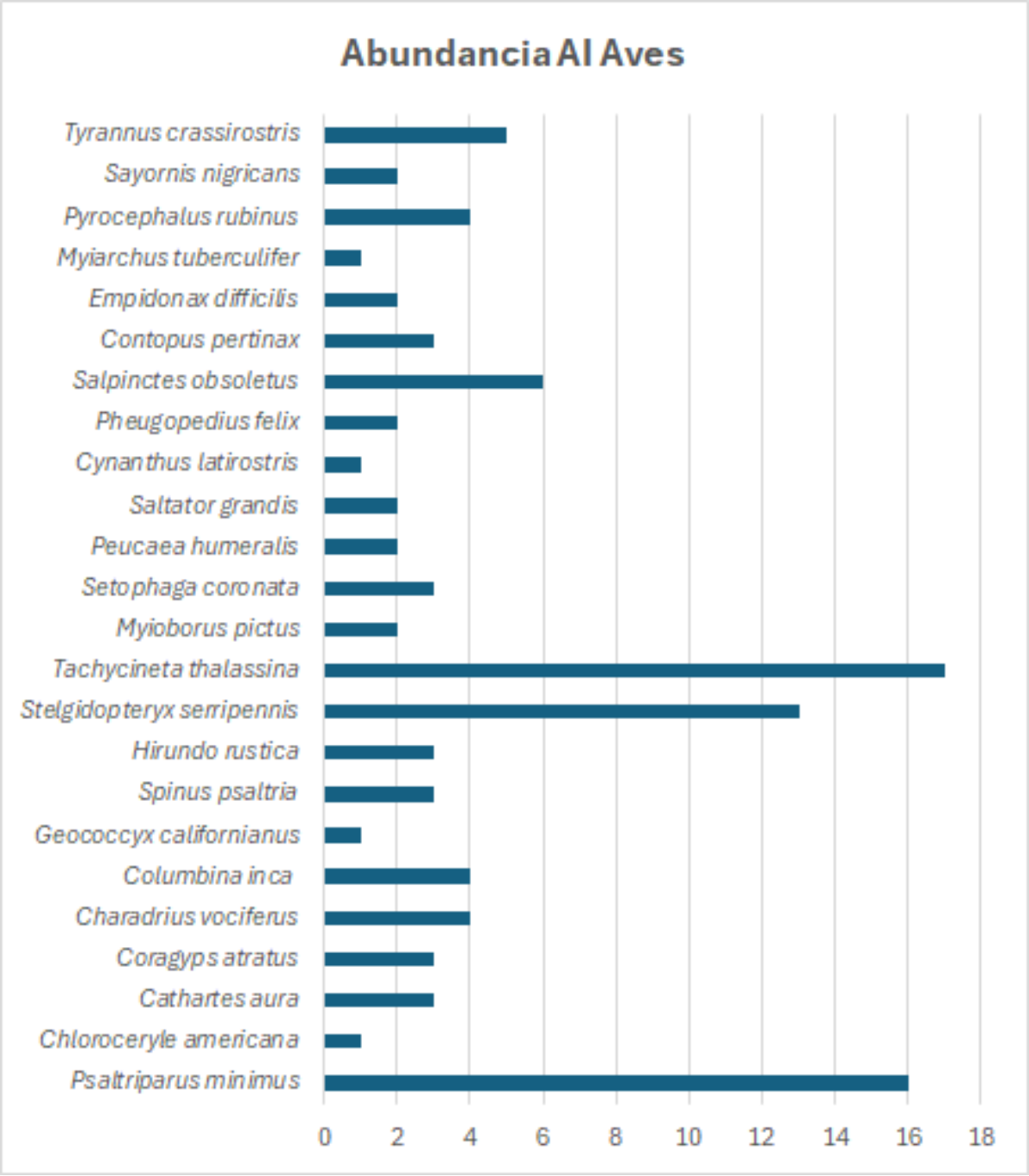


Figura 10. Abundancia de avifauna registradas en el AI

Cuadro 82. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	0	0	0	15	0	1	0	16
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	-	0	1	0	0	0	0	0	1
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	1	1	0	0	0	1	0	3
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	0	1	0	1	0	0	1	3
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	-	0	4	0	0	0	0	0	4
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	0	0	0	0	4	0	0	4
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	0	0	1	0	0	0	0	1
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	0	2	0	1	0	0	0	3
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	0	1	0	1	0	0	1	3
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	0	13	0	0	13
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	17	0	0	0	0	17
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	1	0	0	0	0	1	0	2
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	0	0	1	2	0	0	0	3
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	1	0	0	0	0	0	1	2
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	-	0	1	1	0	0	0	0	2
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	-	0	0	0	0	6	0	0	6
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	0	0	0	0	3	0	0	3
Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	1	1	0	0	0	0	0	2
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	1	0	0	1	1	4
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	1	0	0	1	0	0	0	2

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	0	0	0	0	5	0	0	5
24			**6**	**12**	**23**	**22**	**31**	**4**	**5**	**103**

Cuadro 83. Cálculo de índice de Shannon para la avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AI

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	16	15.53	2.00	4.88	0.16	1.86	0.289
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	-	4	3.88	1.00	2.44	0.04	3.25	0.126
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	4	3.88	1.00	2.44	0.04	3.25	0.126
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	3	2.91	2.00	4.88	0.03	3.54	0.103
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	13	12.62	1.00	2.44	0.13	2.07	0.261
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	17	16.50	1.00	2.44	0.17	1.80	0.297
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	3	2.91	2.00	4.88	0.03	3.54	0.103
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	-	2	1.94	1.00	2.44	0.02	3.94	0.077
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	-	6	5.83	1.00	2.44	0.06	2.84	0.166

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	3	2.91	1.00	2.44	0.03	3.54	0.103
Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		4	3.88	4.00	9.76	0.04	3.25	0.126
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	5	4.85	1.00	2.44	0.05	3.03	0.147
24			**103**	**100**	**41**	**100**	**1**	**84.75**	**2.80**

.

.

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 20 individuos de 8 especies, de las cuales, solo el Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) está en la lista de especies en riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

La especie con más registro es el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*) con 5 registros, esta especie también es la que tiene mayor frecuencia con una frecuencia de 5. Para AI la Mastofauna presenta un índice de Shannon de 1.94, un valor bajo.

Cuadro 84 Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AI.

Parámetro	Mamíferos AI
Individuos	20
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.16
Índice de Simpson (1-D)	0.84
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.94

A continuación, en la figura y cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro del AI.

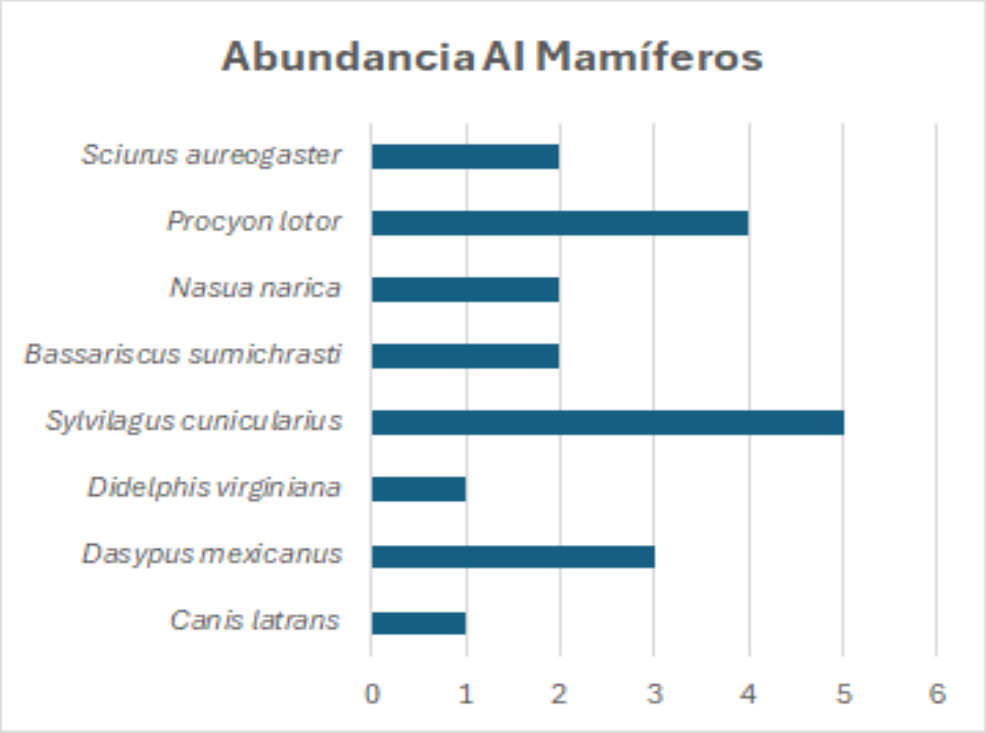


Figura 11. Abundancia de mastofauna registrada en el área de AI.

Cuadro 85. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Canis latrans	Coyote	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	1	1	1	0	0	0	0	3
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	-	0	0	0	0	0	1	0	1
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	1	1	0	0	1	1	5
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	0	0	1	1	0	0	0	2
Nasua narica	Coatí	-	0	1	1	0	0	0	0	2
Procyon lotor	Mapache	-	2	1	0	0	1	0	0	4
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	-	0	0	1	1	0	0	0	2
8			**4**	**4**	**5**	**2**	**1**	**2**	**2**	**20**

Cuadro 86. Abundancia estimada para las especies de Mastofauna registradas en el AI

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Canis latrans	Coyote	-	1	5.00	1.00	5.26	0.05	3.00	0.150
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	3	15.00	3.00	15.79	0.15	1.90	0.285
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	-	1	5.00	1.00	5.26	0.05	3.00	0.150
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	5	25.00	5.00	26.32	0.25	1.39	0.347
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
Nasua narica	Coatí	-	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
Procyon lotor	Mapache	-	4	20.00	3.00	15.79	0.20	1.61	0.322
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	-	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
8			**20**	**100**	**19**	**100**	**1**	**17.79**	**1.94**

Herpetofauna

Este grupo faunístico se encuentra representado por 27 individuos de 8 especies, de las cuales dos se encuentran en el listado de especies de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010; 'Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), que está en categoría de Amenazada (A), y Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección especial (Pr)

Las especies con más registros son: el Sapo llanero (*Incilius occidentalis*), 'Lagartija espinosa del Pacífico (*Sceloporus horridus*) y Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), con 7, 6 y 5 registros respectivamente.

En AI la herpetofauna presentó 1.87 de índice de Shannon, lo cual es una diversidad media.

Cuadro 87. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AI

Parámetro	Herpetofauna AI
Individuos	27
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.18
Índice de Simpson (1-D)	0.82
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.87

En la figura y cuadros siguientes, muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de herpetofauna registrados dentro del AI.

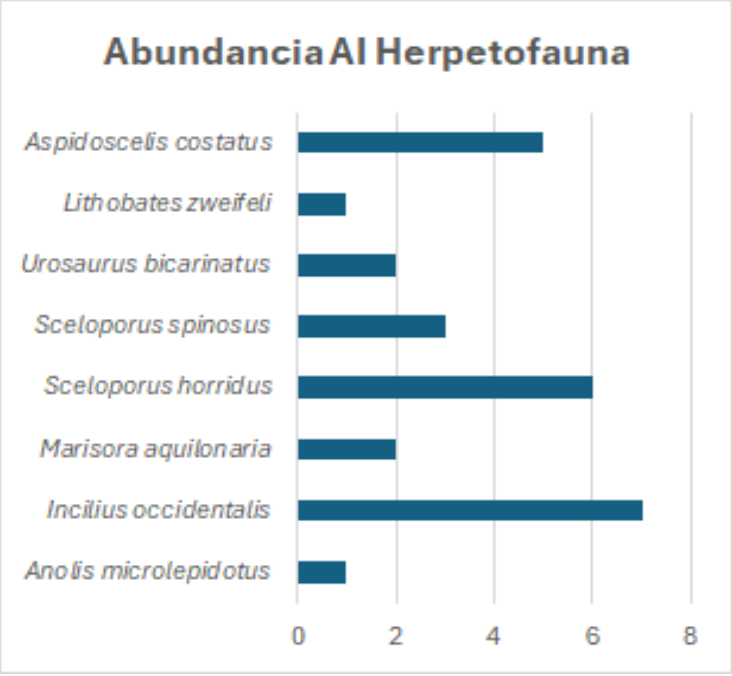


Figura 12. Abundancia de herpetofauna registrada en el AI

Cuadro 88. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Anolis microlepidotus	Abaniquillo guerrerense de encino	A	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	1
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	-	0	6	0	0	1	0	0	7
Marisora aquilonaria	Eslizón occidental	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	1	3	1	1	0	0	0	6
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	0	2	1	3
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	0	0	1	0	1	0	0	2
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	1	0	0	0	0	0	0	1
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	4	1	0	0	0	0	5
8			**2**	**13**	**5**	**2**	**2**	**2**	**1**	**27**

Cuadro 89. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Anolis microlepidotus	Abaniquillo guerrerense de encino	A	1	3.70	1.00	6.67	0.04	3.30	0.122
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	-	7	25.93	2.00	13.33	0.26	1.35	0.350
Marisora aquilonaria	Eslizón occidental	-	2	7.41	1.00	6.67	0.07	2.60	0.193
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	6	22.22	4.00	26.67	0.22	1.50	0.334
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	3	11.11	2.00	13.33	0.11	2.20	0.244

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Árbol del pacifico	-	2	7.41	2.00	13.33	0.07	2.60	0.193
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	1	3.70	1.00	6.67	0.04	3.30	0.122
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	5	18.52	2.00	13.33	0.19	1.69	0.312
8			**27**	**100**	**15**	**100**	**1**	**18.53**	**1.87**

IV.4.11.2 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre para el Área del Proyecto

AVES

Este grupo faunístico está representado por 156 individuos de 30 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La especie más abundante es la Golondrina Alas Aserradas (*Stelgidopteryx serripennis*), la Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*) y Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) con 27, 23 y 22 individuos respectivamente. En cuanto a Frecuencia la que tiene mayor valor es la Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*) con un valor de 10.

En cuanto a índice de Shannon este grupo obtuvo un 2.84, el cual es un valor medio.

Cuadro 90. **Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AP.**

Parámetro	Aves AP
Individuos	156
Riqueza específica (S)	30
Dominancia	0.09
Índice de Simpson (1-D)	0.91
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.84

En la figura y cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de aves registradas dentro del Área del proyecto.

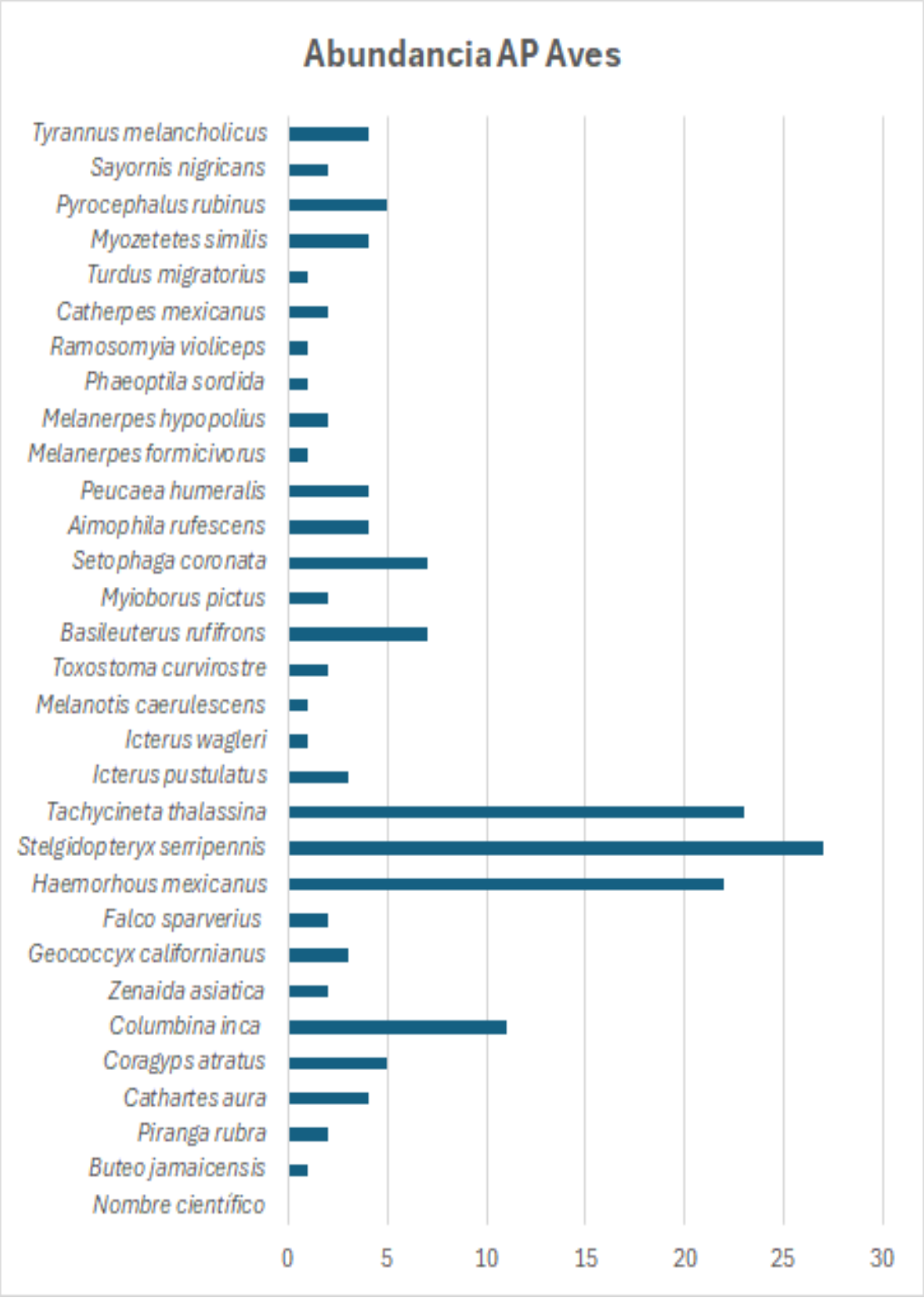


Figura 13. Abundancia de avifauna registrada en el AP

Cuadro 91. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Piranga rubra	Piranga Roja	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	1	11
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	1	1	1	3	4	3	4	1	0	0	0	4	22
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	5	8	12	0	0	0	0	0	2	27
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	2	0	23
Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	-	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	7
Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo	-	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Phaeoptila sordida	Colibrí Opaco	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Myozetetes similis	Luisito Común	-	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4
30			**7**	**6**	**9**	**16**	**26**	**23**	**17**	**8**	**2**	**24**	**5**	**13**	**156**

Cuadro 92. Cálculo de índice de Shannon para las especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Piranga rubra	Piranga Roja	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	5	3.21	3.00	3.19	0.03	3.44	0.110
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	11	7.05	10.00	10.64	0.07	2.65	0.187
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	2	1.28	1.00	1.06	0.01	4.36	0.056
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	3	1.92	1.00	1.06	0.02	3.95	0.076
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	22	14.10	9.00	9.57	0.14	1.96	0.276
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	27	17.31	4.00	4.26	0.17	1.75	0.304
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	23	14.74	3.00	3.19	0.15	1.91	0.282

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-	3	1.92	3.00	3.19	0.02	3.95	0.076
Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	7	4.49	7.00	7.45	0.04	3.10	0.139
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	7	4.49	7.00	7.45	0.04	3.10	0.139
Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Phaeoptila sordida	Colibrí Opaco	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Myozetetes similis	Luisito Común	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		5	3.21	5.00	5.32	0.03	3.44	0.110
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
30			**156**	**100**	**94**	**100**	**1**	**117.79**	**2.84**

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 16 individuos de 4 especies, de las cuales, solo una está en la lista de especies en riesgo, la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección especial (Pr).

La especie más abundante resulto el Conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*), con 9 registros, esta especie también es la de mayor frecuencia con un valor de 9.

El índice de Shannon para este grupo en AP resultó en 1.1, un valor bajo.

Cuadro 93. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AP.

Parámetro	Mamíferos AP
Individuos	16
Riqueza específica (S)	4
Dominancia	0.4
Índice de Simpson (1-D)	0.6
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.1

En la figura y cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro del AP.

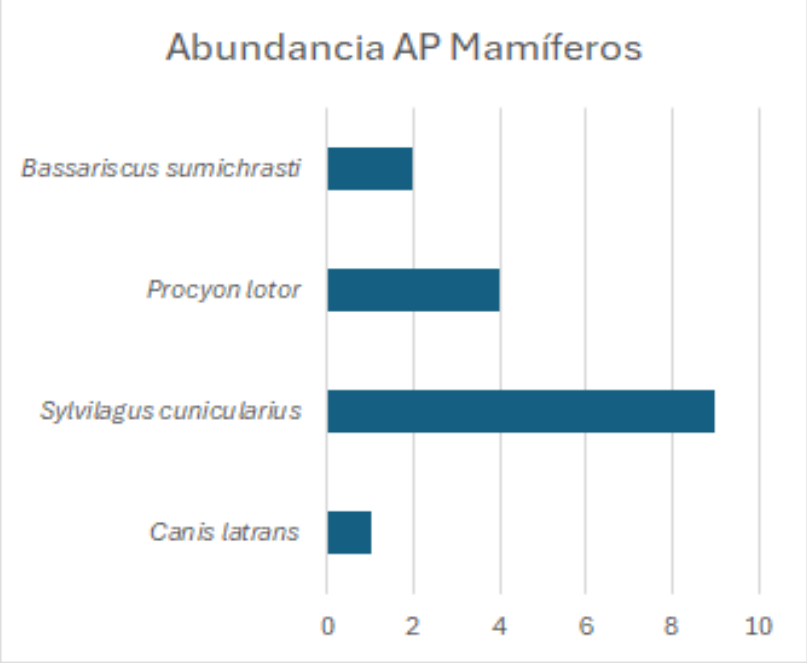


Figura 14. Abundancia de mastofauna registrada en el AP.

Cuadro 94. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Canis latrans	Coyote	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	9
Procyon lotor	Mapache	-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
4			**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**0**	**1**	**0**	**3**	**1**	**0**	**16**

Cuadro 95. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Canis latrans	Coyote	-	1	6.25	1.00	6.25	0.06	2.77	0.173
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	9	56.25	9.00	56.25	0.56	0.58	0.324
Procyon lotor	Mapache	-	4	25.00	4.00	25.00	0.25	1.39	0.347
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	2	12.50	2.00	12.50	0.13	2.08	0.260
4			**16**	**100**	**16**	**100**	**1**	**6.81**	**1.10**

.

Herpetofauna

Este grupo faunístico se encuentra representado por 18 individuos de 6 especies, de las cuales una se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

La especie más abundante resulto ser el 'Lagartija de Árbol del pacifico (*Urosaurus bicarinatus*), con 7 registros, esta especie también es la de mayor frecuencia con un valor de 7.

El índice de Shannon para este grupo es de 1.53, que es un valor bajo.

Cuadro 96. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AP.

Parámetro	Herpetofauna AP
Individuos	18
Riqueza específica (S)	6
Dominancia	0.26
Índice de Simpson (1-D)	0.74
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.53

En la figura y cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de herpetofauna registradas dentro del AP.

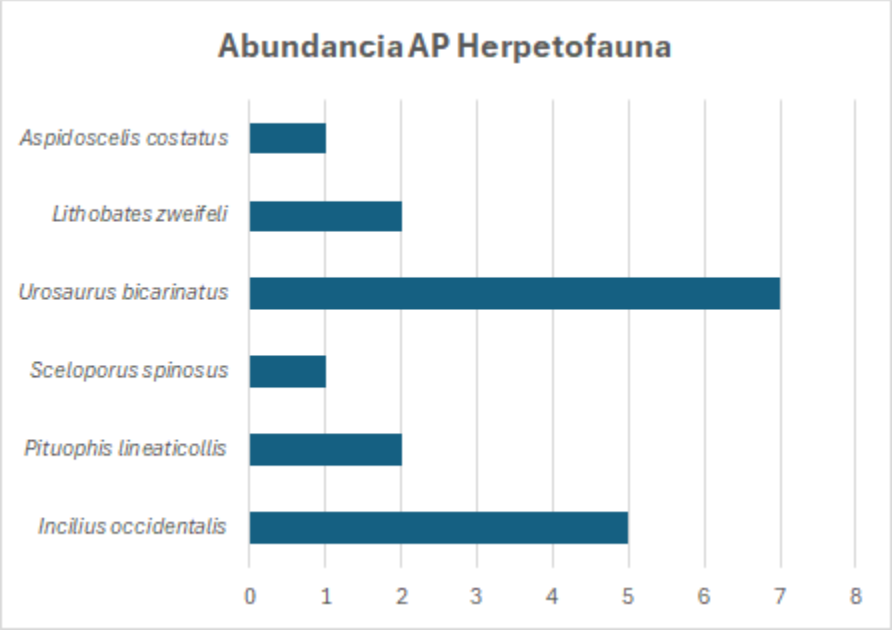


Figura 15. Abundancia de herpetofauna registrada en el AP

Cuadro 97. Historial de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos		0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6			**1**	**2**	**3**	**3**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**0**	**0**	**2**	**18**

Cuadro 98. Calculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos		5	27.78	5.00	29.41	0.28	1.28	0.356
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	2	11.11	2.00	11.76	0.11	2.20	0.244
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	1	5.56	1.00	5.88	0.06	2.89	0.161
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	7	38.89	7.00	41.18	0.39	0.94	0.367
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	2	11.11	1.00	5.88	0.11	2.20	0.244
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	1	5.56	1.00	5.88	0.06	2.89	0.161
6			**18**	**100**	**17**	**100**	**1**	**12.40**	**1.53**

Conclusión

De acuerdo con los cálculos de Índice de diversidad de Shannon, la avifauna presenta en las tres unidades de análisis (AP, AI y RE una diversidad media normal), la mastofauna y la herpetofauna presentan valores bajos de diversidad es decir por debajo de 2.

Cuadro 99. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI.

Parámetro	GRUPO FAUNÍSTICO								
	AVES			MAMÍFEROS			HERPETOFAUNA		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Riqueza específica (S)	30	24	25	4	8	6	6	8	8
Abundancia	156	103	109	16	20	10	18	27	15
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.84	2.8	2.79	1.1	1.94	1.7	1.53	1.87	1.93

En cuanto a la avifauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más alto en AP (2.84) y el más bajo en RE (2.79), entre los que hay una diferencia de 5 centésimas, por lo cual podemos decir que la diversidad entre unidades es prácticamente igual. En cuanto a la mastofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.1) y el más alto en RE (1.7). En cuanto a la herpetofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.53) y el más alto en AI (1.93).

Cabe señalar la alta movilidad que presentan las aves, debido a la cual pueden desplazarse para alejarse de disturbios y también debido a la cual presentan una alta capacidad de desplazarse entre fragmentos de hábitat. Por lo anterior el proyecto no afectará en gran medida a las aves. Sin embargo, se realizarán medidas de mitigación enfocadas en evitar que todas las especies de fauna de todos los grupos, incluyendo las aves, presentes en AP sean dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

IV.4.11.3 Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010)

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies presentes en el Área del Proyecto reside en el hecho de plantear adecuadas medidas de mitigación. De esta manera, se revisó el estatus de riesgo de las especies presentes de acuerdo con la Norma Oficial para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (**NOM-O59-SEMARNAT-2010**). En esta norma la fauna mexicana con alguna categoría de riesgo se encuentra enlistada en algunos de los siguientes rubros:

Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E). Aquellas especies cuyos ejemplares, en vida libre dentro del territorio nacional, han desaparecido, y de la cual

se desconoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

En Peligro de Extinción (P). 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 como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas (A). Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando factores tales como la modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.

Sujetas a Protección Especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica; por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y, Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A).

Cuadro 100. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AP	AI	RE
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr		Registrada	
2	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			Registrada
3	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	Registrada	Registrada	Registrada
4	Mastofauna	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	Registrada	Registrada	

De acuerdo con la tabla anterior, las especies encontradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y encontradas en AP fueron el Huico llanero (*Aspidoscelis costatus* y el, Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) ambas en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). El Cacomixtle tiene una alta capacidad de desplazamiento, mediante la cual lo individuos pueden desplazarse para alejarse de disturbios. El Huico llanero presenta ámbitos hogareños reducidos, pero se puede desplazar de disturbios. Atendiendo a estos resultados se realizarán medidas de mitigación enfocadas en evitar que las especies de fauna encontradas en AP pudieran ser dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

IV.4.12 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos.

Los paisajes no son estáticos, ya que las cubiertas y los usos del suelo cambian a lo largo del tiempo tanto por causas naturales como, sobre todo, por la actividad humana. Por lo tanto, el uso de suelo, las prácticas de manejo, la política pública ambiental, la accesibilidad y la cercanía a centros urbanos y mercados son algunas de las causas que determinan el cambio de uso y modifican la estructura y composición del paisaje.

En el caso del impacto de la construcción y modernización de infraestructura vial, estos incluyen la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Estas interrumpen y modifican procesos naturales que alteran las estructuras comunitarias y, a largo plazo, la dinámica de la población. Sin embargo, los bordes de las carreteras también pueden proporcionar oportunidades de hábitat y restaurar la conectividad en un paisaje fragmentado que ofrece potencial para compensar algunos de los impactos adversos de la red de carreteras existente.

El desarrollo de redes de carreteras está influenciado en gran medida por consideraciones socioeconómicas. Los caminos rurales proporcionan un mayor acceso a actividades recreativas y el intercambio de bienes y servicios. Los caminos también proporcionan acceso para la extinción de incendios forestales y sirven como brechas cortafuegos.

De este modo, el estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

En este sentido para analizar el estado actual del paisaje del área del proyecto se realizaron dos procedimientos metodológicos complementarios entre sí, el primero a partir de la evaluación in situ de algunos factores representativos del paisaje visual, mientras que el segundo se refiere al análisis espacial del paisaje en un Sistema de Información Geográfica. El procedimiento metodológico se engloba en el siguiente diagrama:

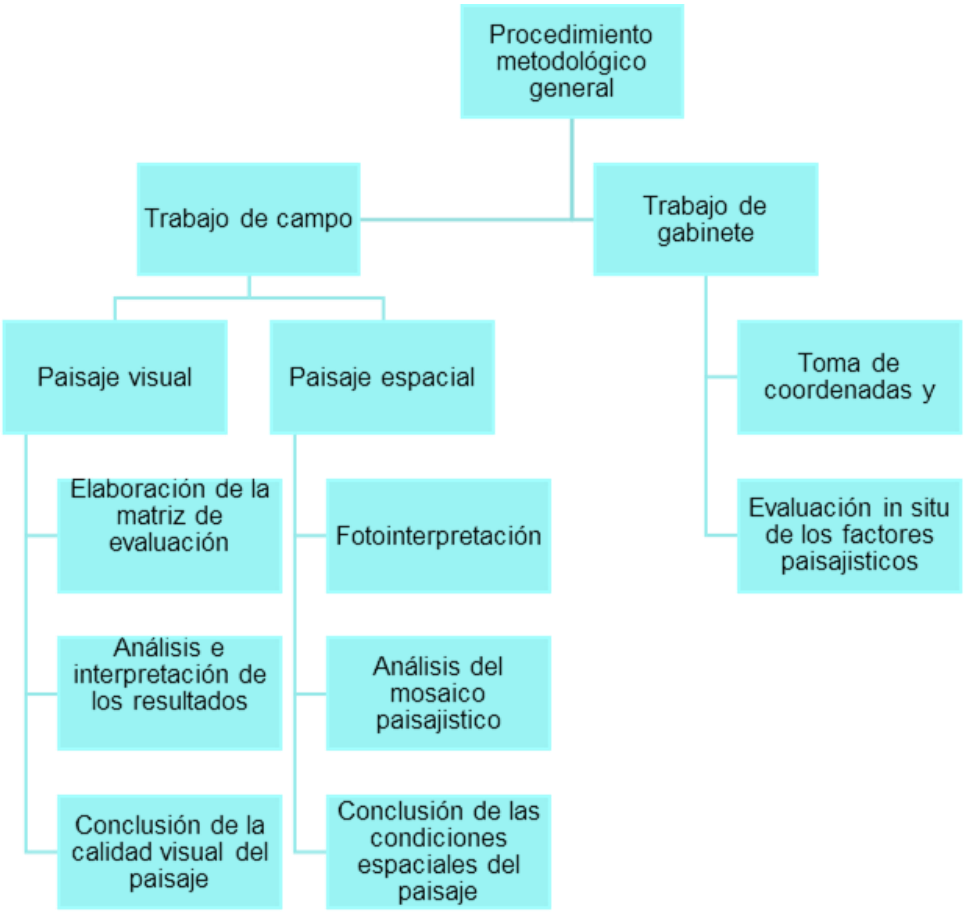


Figura 85. Metodología de evaluación de calidad del paisaje

IV.4.12.1.1 Metodología del Diagnóstico del Paisaje Visual

Para estimar las condiciones visuales del paisaje en el área correspondiente al trazo de la avenida se evaluaron ocho factores representativos del entorno inmediato considerando como información base, algunas características visuales de cada uno de los factores. En este sentido, se elaboró previamente a la salida de campo una matriz de evaluación, la cual incluye una escala de calidad paisajística de cinco niveles con sus respectivas descripciones o posibles características y condiciones esperadas (ver cuadro siguiente).

Cuadro 101. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Geomorfología	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño.	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones.	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Vegetación	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen.	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
Valor	5	4	3	2	1
Fauna	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones.	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
Valor	5	4	3	2	1

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Agua	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realzando moderadamente la calidad visual del paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	Corrientes o cuerpos de aguas poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas se aprecian contaminadas en una medida importante y presentan mal olor.	Corrientes o cuerpos de agua, ausentes, efímeros, intermitentes, perennes o poco perceptibles que apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos.
Valor	5	4	3	2	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje.	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes.	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
Fondo escénico	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
Valor	5	4	3	2	1

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Singularidad y rareza	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía.	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
Grado de alteración humana	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista.	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
Valor	5	4	3	2	1

Se seleccionaron 20 sitios de observación distribuidos en el AP y en la RE. En cada sitio se evaluó una distancia aproximada a un radio de 100 metros desde la posición del ponderador, donde se analizaron las condiciones actuales de cada factor en términos visuales y de apreciación en el paisaje local. Únicamente para el factor “fondo escénico” se consideró como distancia de evaluación hasta el infinito (hasta donde la condición del paisaje permitiera la observación). Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con la finalidad de garantizar resultados más fiables. Para tener la ubicación precisa de los sitios de evaluación se tomó la coordenada central (UTM) de cada uno de estos.



Figura 86. Fotografías de paisaje, se aprecian las actividades de asentamientos humanos , agricultura, ganadería y vegetación secundaria de Bosque de Pino y Encino

Cuadro 102. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.

ID	Coordenada X	Coordenada Y
Obs.1	580603	1920989
Obs.2	580081	1921786
Obs.3	579915	1922697
Obs.4	579563	1923617
Obs.5	578647	1924113
Obs.6	577766	1925427
Obs.7	577283	1925458
Obs.8	577355	1924938
Obs.9	577758	1924397
Obs.10	578298	1924070
Obs.11	580205	1920345
Obs.12	580329	1922293
Obs.13	578897	1923256
Obs.14	578365	1924620
Obs.15	576925	1925464
Obs.16	579255	1919992
Obs.17	576113	1923959
Obs.18	575884	1926182
Obs.19	577919	1927054
Obs.20	581530	1924178

Cuadro 103. Clasificación de la calidad del paisaje

Clasificación	Rango
Muy alta	33.6 - 40
Alta	27.2 - 33.5
Media	20.8 - 27.1
Baja	14.4 - 20.7
Muy baja	8 - 14.3

De acuerdo con la matriz de evaluación presentada anteriormente, en los siguientes cuadros se presentan los resultados de la evaluación de paisaje en diferentes puntos del trazo del camino.

Cuadro 104. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje

Factor	Sitios de muestreo																				Calidad paisajística por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Geomorfología	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2.95
Vegetación	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2.5
Fauna	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2.65
Agua	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1.35
Color	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2.65
Fondo escénico	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2.65
Singularidad o rareza	1	1	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.95
Grado de alteración humana	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3
Calidad paisajística por sitio	14	15	14	16	16	20	22	21	21	21	21	21	22	21	19	19	19	16	17	15	**19.7**

Con base en los resultados expuestos en el cuadro precedente, se determina que la calidad visual del paisaje a nivel local es Baja. En términos descriptivos, el área del proyecto se caracteriza por una expansión de asentamientos urbanos dispersos en diversas colonias y agencias, lo cual ha derivado en la creación de una red de caminos de acceso capilares. A esta configuración se integran terrenos destinados a actividades agropecuarias, así como zonas con pérdida de cobertura vegetal producto del abandono y la degradación de los suelos.

Este proceso de antropización se extiende al Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), donde persiste el crecimiento de los asentamientos humanos y el libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino. Adicionalmente, en las proximidades del cauce del río Coicoyán, se identificaron sitios de extracción de material pétreo aprovechados por la población local. Este escenario configura un paisaje altamente antropizado, donde la vegetación forestal de pino y encino ha quedado reducida a relictos confinados en las zonas de mayor altitud y difícil acceso.

IV.4.13 Medio socioeconómico

IV.4.13.1 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020 el municipio de San Martin Peras cuenta con una población de 12436 habitantes representando el 0.3% de la población

estatal. En cuanto a la relación hombres-mujeres es de 88 hombres por cada 100 mujeres. La edad media de la población es de 18 años.

El municipio cuenta con 59 localidades las de mayor importancia son San Martin Peras (cabecera municipal) con 3, 051 habitantes, Ahuejutla con 1366 habitantes y Santiago Petlacala con 753 habitantes.

IV.4.13.2 Vivienda

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con 2,316 viviendas, el promedio de ocupantes por vivienda es de 5.4. Al respecto de la disponibilidad de servicios en las viviendas el 96.8% cuenta con energía eléctrica, el 90.5 % cuenta con servicio sanitario, el 63.1 % cuenta con drenaje y el 25.7% cuenta con agua entubada.

En cuanto a la disponibilidad de bienes el 40.1 % cuenta con refrigerador, el 25.1 % cuenta con lavadora y el 31.9% cuenta con automóvil. Al respecto de tecnologías, el 65.6 % cuenta con celular, el 4.1 % cuenta con internet y el 3.3 % cuenta con computadora.

IV.4.13.3 Salud

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda el municipio cuenta con el 72.3 % de habitantes afilados a un servicio de salud. De los cuales el 74.2 % este afiliado al INSABI, 19.2 % al IMSS-BIENESTAR, el 0.3% al ISSSTE y el 12 % al IMSS.

IV.4.13.4 Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, la tasa de alfabetización en el municipio en el rango de edad de 15 a 24 años es de 93.3 % mientras que para los mayores de 25 años la tasa de alfabetización corresponde al 41.6%.

Al respecto del nivel escolar, al menos el 40.9 % no curso algún grado escolar, el 54.6 % cuenta con el nivel básico de educación, el 3.6 % cuenta con educación de nivel medio y el 0.9 % cuenta con educación superior.

IV.4.13.5 Desarrollo Social

Antes de abordar lo referente a las actividades económicas de los municipios, es oportuno mencionar que, de acuerdo con la Secretaria del Bienestar, para el 2022 el municipio de interés presentó el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social en el contexto nacional y estatal por municipio para el año.

En dicho cuadro se puede observar que, el municipio de incidencia del proyecto, **San Martin Peras** cuenta con un Grado de Marginación **Muy Alto**.

IV.4.13.6 Situación económica

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 25.8 % del cual, el 73.9 % corresponde a hombres y el 26.1 % a mujeres.

Al respecto de la población que no es económicamente activa se encuentra en un 73.8 %, la mayor proporción corresponde a las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, le siguen los estudiantes, las personas con limitaciones físicas o mentales y finalmente los pensionados.

IV.4.13.7 Poblacion indigena

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población que habla lenguas indígenas en San Martin Peras corresponde al 96.70 % y de ese mismo porcentaje la población que no habla español solo su lengua nativa es del 38.21%. Las lenguas que predominan son el Mixteco con el 99.9% de hablantes y el Triqui. Así, mismo, la población que considera afromexicana o afrodescendiente es del 0.34 %, de la población.

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), mediante las Cédulas de Información Básica y el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, establece que la población del municipio de San Martín Peras es de carácter indígena y pertenece al pueblo Ñuu Savi (Mixteco).

A continuación, se presenta la Figura 85, la cual ilustra la distribución de los pueblos indígenas en la región. Asimismo, con fundamento en los datos sociodemográficos proporcionados por el INPI, se integra el siguiente cuadro que detalla las características

principales del municipio de San Martín Peras.

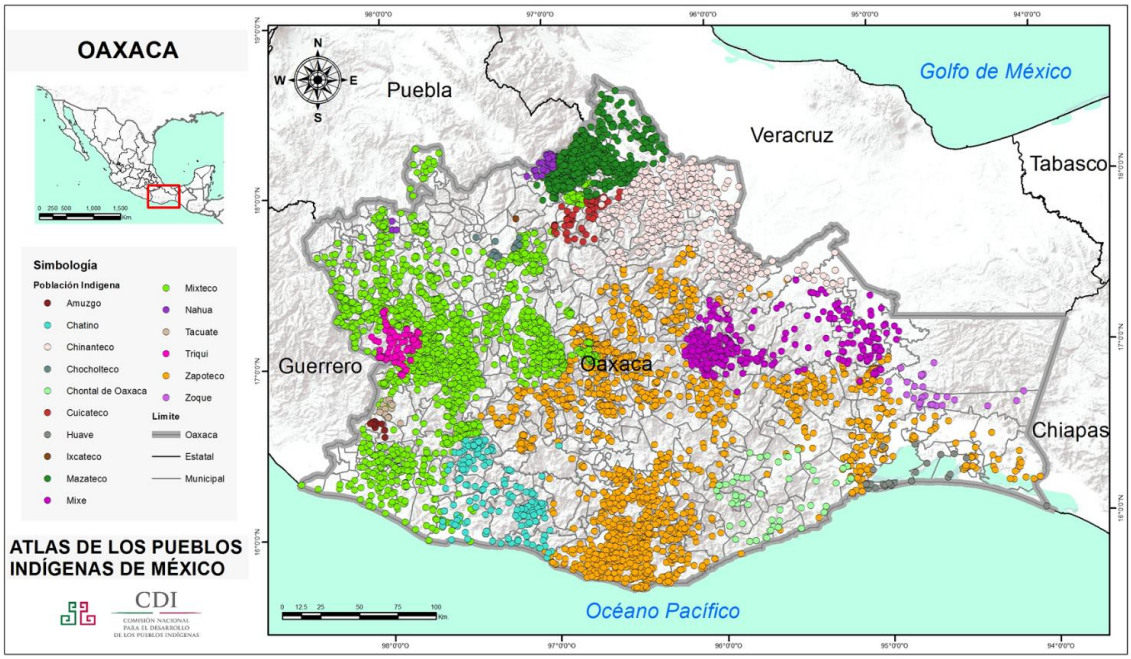


Figura 87. Pueblos Indígenas del Estado de Guerrero[1]

Cuadro 105. Características sociodemográficas de la población indígena del municipio de Metlatónoc

Indicador		Total
Educación	Analfabeta	48.2 %
	Preescolar	0.4 %
	Primaria	17.9 %
	Secundaria	6.6 %
	Media superior	21 %
	Superior	0.4 %
Derechohabiencia	Sin derecho	26.6 %
	Seguro popular	67.8%
Población ocupada según sector de actividad	Primario	49.2 %
	Secundario	16.1 %
	Terciario	16.1 %
Porcentaje de viviendas ocupadas		99.6 %
Servicios en viviendas	Sin agua entubada	0.7%
	Sin drenaje	43.9%
	Sin electricidad	4 %
Bienes electrodomésticos	Radio	13.7 %

[1] Fuente http://atlas.inpi.gob.mx/oaxaca-2/

Indicador		Total
	Televisión	49.1 %
	Refrigerador	29.3 %
	Teléfono	10.9 %
	Internet	1 %
	Computadora	2.4 %
	Celular	39.7 %

En Oaxaca La Mixteca ocupa 189 municipios de los distritos de Silacayoapan, Huajuapan, Juxtlahuaca, Coixtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula, Tlaxiaco, Putla y Jamiltepec; y 14 municipios más que pertenecen ocho a distritos de Cuicatlán, dos a los de Zaachila, uno a Sola de Vega, dos a Etla y uno a Juquila.

El territorio mixteco se encuentra en el llamado "paquete montañoso" de Oaxaca, en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca. Las sierras más importantes de La Mixteca son las de Tamazulapan, Nochixtlán y Peñoles al oriente; Coicoyán al poniente; Tlaxiaco al centro, y Malinaltepec y Colotepec al sur. Este enclave cuenta con una gran red hidrológica. Las temperaturas en el territorio mixteco varían de 0 a 42°C, aunque las medias anuales van de los 17 a los 21°C. Las cantidades de precipitación pluvial varían de 400 a 1 000 mm anuales, de acuerdo con las subregiones que se consideren. Los suelos actualmente están muy deteriorados.

La agricultura es la actividad básica; se cultivan superficies menores a las dos hectáreas, generalmente de temporal, bastante erosionadas o poco propias para cultivo. Los principales productos que se obtienen son maíz, frijol, trigo, ajo, tomate y cebolla, además de aguacate y otros que se cultivan en el corral o se recolectan en el campo, como las hierbas.

Los recursos forestales se explotan a nivel individual con motosierras y se trabaja para los mercaderes; no existen aserraderos. La ganadería es extensiva, de especies menores (cabras y ovejas) e igualmente pobre. La minería prácticamente está en receso, pues actualmente no se explotan los recursos minerales que hay en la región. La explotación pesquera enfrenta problemas legales; sin embargo se consumen especies a nivel local, cuya pesca se realiza rudimentariamente. La principal forma de la tenencia de la tierra es comunal. En las zonas urbanas las actividades principales se concentran en el comercio de alimentos y ropa, y en el sector de servicios. Las mujeres trabajan en el cultivo de la seda, aunque es una actividad poco redituable. Se practica también el intercambio, aunque está restringido sólo entre indígenas.

La familia mixteca es básicamente nuclear, con apego patrilineal, aunque existen excepciones cuando se trata de familiares cercanos, huérfanos o en desgracia. Sin embargo, el patrón migratorio ha influido en la reagrupación familiar, pues los hombres pasan largos periodos fuera de la casa.

La autoridad municipal se ejerce durante un año solamente. Los cargos judiciales son los de síndico y alcaldes, que se desempeñan además como Ministerio Público y jueces, respectivamente. A nivel agrario existen comisariados ejidales y/o de bienes comunales. Los pequeños propietarios tienen autonomía dentro de sus predios. El Consejo de Ancianos tiene importancia en algunos pueblos, aunque en otros prácticamente ha desaparecido. Los cargos escalafonarios además de los municipales son de tipo religioso: mayordomos, rezadores, sacristanes y presidente de la iglesia. En la costa aún se conservan las cofradías en algunos lugares.

La obra de fray Gregorio García, Origen de las Indias del Nuevo Mundo, refiere el tiempo en que aparecieron los primeros dioses mixtecos: un Ciervo, dios conocido como Culebra de León y la diosa un Ciervo, conocida como Culebra de Tigre. Estas deidades fueron el principio de todas las deidades de los "indios" y fundaron su casa sobre una peña, junto al pueblo de Apoala, en La Mixteca Alta, mencionada como "lugar donde estaba el Cielo". Esta versión parece basarse en el Códice Apoala o Vindobonensis, que da cuenta del origen del hombre en la región Mixteca. En diversos códices se confirma el origen de los dioses junto con su héroe cultural más importante: Quetzalcóatl, fundador de todas las dinastías mesoamericanas. Su nombre calendárico es 9 Viento y preside el nacimiento de 53 personajes. El Códice Nutall refiere el casamiento de 5 Viento con 9 Lagarto, quienes fundan la dinastía de Apoala. Tanto en los códices como en la tradición oral se relata la fundación de poblados y el establecimiento de las dinastías, a partir de dos elementos principales: los pueblos autóctonos mixtecos y la nobleza surgida de los árboles sagrados de Apoala. No obstante, la gente común del pueblo desconoce los relatos que quedaron en la memoria de los ancianos, depositarios de la sabiduría, y de algunos jóvenes estudiosos de los códices.

IV.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En este apartado se establece como se encuentran los diferentes componentes del ambiente, previo a la ejecución del proyecto, mediante su análisis y valoración.

IV.5.1 Inventario ambiental

La región donde se desarrolla el proyecto es una zona con diferentes matices, es decir existen áreas completamente perturbadas por presiones demográficas y agrícolas que se ven reflejados principalmente en la cobertura vegetal ya que en las inmediaciones del área de proyecto no existe cobertura vegetal, sino presencia de arbustos y principalmente arboles aislados *ubicados en la zona urbana y otros en las inmediaciones del camino, así mismo no se observa cobertura vegetal ni siquiera en recuperación en el área de afectación directa del proyecto.*

Como un primer paso en el análisis e interpretación de la calidad actual de los factores que conforma el inventario ambiental, se procede a identificar aquellos que se encuentran

presentes en la zona donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En este caso los elementos considerados serán los componentes ambientales presentes susceptibles de ser impactados por el Proyecto.

Cuadro 106. Componentes ambientales susceptibles de ser impactados

Componente	Factor
Agua	Cantidad
	Calidad
Suelo	Calidad
	Conservación (erosión y compactación)
Aire	Calidad
	Sonido (ruido)
Flora	Abundancia y diversidad
	Conectividad (fragmentación)
Fauna	Hábitat
	Anfibios y reptiles
	Aves y quirópteros
	Mamíferos terrestres
Paisaje	Calidad visual
Socioeconómico	Bienestar social
	Bienestar económico

IV.5.2 Valoración de los componentes

Para valorar la calidad del ambiental de cada factor o componente, sin Proyecto, se utilizó la metodología propuesta por Battelle Columbus (1973), la cual inicialmente ha sido enfocada a estructuras hidráulicas, pero que puede aplicarse a otro tipo de proyectos mediante la modificación de los componentes y sus unidades de importancia. En este caso se consideraron 15 factores dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, la metodología sugiere que a cada parámetro se le asigne un valor de 1 al valor óptimo y un valor de 0 al valor pésimo. En este caso se planteó la subdivisión de los valores de calidad entre 0 y 1, quedando de la siguiente forma:

Cuadro 107. Rangos de calidad de los componentes

Calidad	Nivel
Muy alta/Optima	1
Alta	0.75
Media	0.50
Baja	0.25

Muy baja/Pésima	0

A continuación, se presenta la valoración de los componentes ambientales:Cuadro 108. Valoración de los componentes ambientales

Componente	Factor	Valor	Descripción
Agua	Cantidad	0.5	De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 887, la precipitación mínima mensual se registra en el mes de diciembre, y la mayor durante el mes de julio. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de junio a septiembre.
	Calidad	0.25	De acuerdo con la cartografía de Regiones Hidrológicas (RH) de México, la totalidad de la superficie que integran el Sistema Ambiental (SA), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) se ubica dentro de la región denominada Balsas. Bajo esta misma jerarquía, el proyecto se sitúa en la cuenca del Río Tlapaneco. A nivel de subcuenca, el área de estudio se localiza dentro de la unidad Río Coicoyán; de manera más específica, el trazo intercepta las microcuencas denominadas Ahuajutia (Ahuejutla) y San Martín Peras.
Suelo	Calidad	0.25	El suelo presente en el SAR, AI Y Area de Proyecto es Litosol. Los Litosoles son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad. Existen situaciones en las que es posible observar un material gravilloso grueso entre el horizonte A y la roca consolidada, producto de la meteorización de esta última, lo que puede considerarse como un incipiente horizonte C. Carecen de horizonte diagnóstico subsuperficial presentando en la gran mayoría de los casos un perfil de secuencia A-R con horizonte diagnóstico superficial ócrico, úmbrico o melánico.
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	A partir de la base en la carta de degradación del suelo en la República Mexicana de SEMARNAT, el SA, AI y AP, se presenta erosión hídrica.
Aire	Calidad	0.5	Se considera como en condiciones cotidianas a una zona predominantemente rural. Aunque es de destacarse que las localidades donde inicia y termina el trazo no tienen ninguna fuente fija o móvil que genere emisiones a la atmosfera ya sea de ruido o partículas al aire además de las emitidas por el paso de vehículos.
	Sonido (ruido)	0.5	
Flora	Abundancia y diversidad	0.5	

Componente	Factor	Valor	Descripción
	Conectividad (fragmentació)	0.5	El análisis florístico evaluó dos tipos de vegetación representativos bajo un desglose por estratos (arbóreo, arbustivo, epífito y herbáceo), utilizando los índices de diversidad de Shannon (H´) y equitatividad de Pielou (J´). A. Bosque de Quercus (VS/BQ) •Estrato Arbóreo: Presenta una diversidad baja en las tres escalas evaluadas (RE = 0.589; AI = 0.328; AP = 0.268). Este fenómeno se debe a una marcada hiperdominancia de Quercus rugosa y Quercus magnoliifolia. No obstante, la equitatividad en la RE es notablemente homogénea (J' = 0.850), contrastando con la marcada dominancia de pocas especies a nivel local (AP y AI). •Estrato Arbustivo: Muestra una tendencia homóloga al arbóreo, con una diversidad críticamente baja condicionada por la dominancia de los mismos taxones de Quercus. La estructura de abundancias es altamente homogénea en la RE (J' = 0.92), pero se sesga significativamente al acercarse al AP. •Estrato Epífito: La escasez de registros impidió el cálculo en la RE y el AP. Únicamente el AI aportó datos suficientes, reflejando una diversidad baja (H' = 0.673) pero con una equidad sobresaliente (J' = 0.971), indicando comunidades estables pero con baja riqueza. •Estrato Herbáceo: Registra diversidad baja en todo el gradiente espacial (AP= 0.693 a RE = 0.562). Sin embargo, a diferencia de los estratos leñosos, la equitatividad es alta y balanceada (J' > 0.81 en todas las escalas), lo que demuestra un reparto saludable y sin dominancias críticas entre las especies herbáceas registradas. B. Bosque de Pino-Encino (VS/BPQ) •Estrato Arbóreo: Exhibe una diversidad baja en general, aunque con una ligera recuperación en la RE (H' = 1.175) y el AP (H' = 1.077). La equitatividad es de moderada a baja (AI = 0.358; AP = 0.554), lo que confirma que la distribución de los individuos se encuentra sesgada por elementos dominantes del dosel. •Estratos Arbustivo y Epífito: Ambos manifiestan una diversidad baja en las tres áreas; sin embargo, sostienen una equidad media (Pielou aprox 0.56 - 0.77). Esto traduce un reparto de abundancias

<table>
<tr><th>Componente</th><th>Factor</th><th>Valor</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>biológicamente aceptable dentro del ecosistema forestal.
•Estrato Herbáceo: Sostiene valores de diversidad bajos en términos generales, con un pico relativo en el AI (H' = 2.163). Destaca la equidad en la RE (J' = 0.902) y el AI ($J' = 0.940$), donde la abundancia se distribuye de forma casi idéntica entre los taxones presentes, mientras que a escala local (AP) la comunidad se vuelve más asimétrica (J' = 0.532).</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Fauna</td><td>Hábitat</td><td>0.25</td><td rowspan="4">De acuerdo con los cálculos de Índice de diversidad de Shannon, la avifauna presenta en las tres unidades de análisis (AP, AI y RE una diversidad media normal), la mastofauna y la herpetofauna presentan valores bajos de diversidad es decir por debajo de 2.
<table><tr><th rowspan="2">Parámetro</th><th colspan="3">AVES</th></tr><tr><th>AP</th><th>AI</th><th>RE</th></tr><tr><td>Riqueza específica (S)</td><td>30</td><td>24</td><td>2</td></tr><tr><td>Abundancia</td><td>156</td><td>103</td><td>10</td></tr><tr><td>Índice de Shannon-Wiener (H)</td><td>2.84</td><td>2.8</td><td>2.7</td></tr></table>
En cuanto a la avifauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más alto en AP (2.84) y el más bajo en RE (2.79), entre los que hay una diferencia de 5 centésimas, por lo cual podemos decir que la diversidad entre unidades es prácticamente igual. En cuanto a la mastofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.1) y el más alto en RE (1.7). En cuanto a la herpetofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.53) y el más alto en AI (1.93).</td></tr>
<tr><td>Anfibios y reptiles</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>Aves y quirópteros</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>Mamíferos terrestres</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>Paisaje</td><td>Calidad visual</td><td>0.25</td><td>La calidad visual del paisaje a nivel local es “Baja”. En términos descriptivos, el área del proyecto se caracteriza por una expansión de asentamientos urbanos dispersos en diversas colonias y agencias, lo cual ha derivado en la creación de una red de caminos de acceso capilares. A esta configuración se integran terrenos destinados a actividades agropecuarias, así como zonas con pérdida de cobertura vegetal producto del abandono y la degradación de los suelos.
Este proceso de antropización se extiende al Área de Influencia (AI) y al Sistema Ambiental Regional</td></tr>
</table>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			(SAR), donde persiste el crecimiento de los asentamientos humanos y el libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino. Adicionalmente, en las proximidades del cauce del río Coicoyán, se identificaron sitios de extracción de material pétreo aprovechados por la población local. Este escenario configura un paisaje altamente antropizado, donde la vegetación forestal de pino y encino ha quedado reducida a relictos confinados en las zonas de mayor altitud y difícil acceso.
Socioeconómico	Bienestar social	0.5	De acuerdo con datos del CONEVAL, San Martin Peras, cuenta con un Grado de Marginación Muy Alto, 97.8% de la población se encuentra en Pobreza
	Bienestar económico	0.5	De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 25.8 % del cual, el 73.9 % corresponde a hombres y el 26.1 % a mujeres. Al respecto de la población que no es económicamente activa se encuentra en un 73.8 %, la mayor proporción corresponde a las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, le siguen los estudiantes, las personas con limitaciones físicas o mentales y finalmente los pensionados.

Cada factor representa solo una parte del componente ambiental y a su vez del medio ambiente, por lo que es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se pueden contemplar en conjunto y, además ofrezca una imagen coherente de la situación al hacerlo. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal expresado en forma de “unidades de importancia”. Para la valoración se asignaron un total de 200 unidades de importancia. En el siguiente Cuadro se muestra las unidades de importancia por factor y componente:

Cuadro 109. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
Agua	Cantidad	0.5	10	20
	Calidad	0.25	10	
Suelo	Calidad	0.25	15	30
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15	
Aire	Calidad	0.5	10	20
	Sonido (ruido)	0.5	10	
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	30

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
	Conectividad (fragmentación)	0	15	
Fauna	Hábitat	0.25	20	50
	Anfibios y reptiles	0.25	10	
	Aves y quirópteros	0.25	10	
	Mamíferos terrestres	0.25	10	
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	30
Socioeconómico	Bienestar social	0.5	10	20
	Bienestar económico	0.5	10	
Total		**4.5**	**200**	**200**

Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro y de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las UIA, considerando como línea base el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto con el total de sus unidades de importancia. La fórmula para el cálculo de las unidades de impacto ambiental es:

$$UIA = (CA) * i * X * (UIP)$$

Donde:
UIA: Unidades de Impacto Ambiental
(CA) i: Valor de la calidad de cada factor
(UIP) I: Unidades de importancia para cada factor

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de impacto ambiental para cada factor considerado:

Cuadro 110. Unidades de Importancia

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del Factor
Agua	Cantidad	0.5	10	5
	Calidad	0.25	10	5
Suelo	Calidad	0.25	15	7.5
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15	7.5
Aire	Calidad	0.5	10	5
	Sonido (ruido)	0.5	10	5
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	7.5
	Conectividad (fragmentación)	0	15	7.5
Fauna	Hábitat	0.25	20	10

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del Factor
	Anfibios y reptiles	0.25	10	5
	Aves y quirópteros	0.25	10	5
	Mamíferos terrestres	0.25	10	5
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	15
Socioeconómico	Bienestar social	0.5	10	5
	Bienestar económico	0.5	10	5
Total		**4.5**	**200**	**100**

Para conocer de manera integrada la calidad de los componentes, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente) * 100}{(UI\ del\ componente)}$$

En el siguiente Cuadro las unidades de importancia establecidas se colocan al lado del componente correspondiente.

Cuadro 111. Valoración de la calidad por componente

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor		UIA del Factor	Calidad (%)
			Factor	componente		
Agua	Cantidad	0.5	10	20	5	25
	Calidad	0.25	10		5	25
Suelo	Calidad	0.25	15	30	7.5	25
	Conservación (erosión y compactación)	0.25	15		7.5	25
Aire	Calidad	0.5	10	20	5	25
	Sonido (ruido)	0.5	10		5	25
Flora	Abundancia y diversidad	0	15	30	7.5	25

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor		UIA del Factor	Calidad (%)
			Factor	componente		
	Conectividad (fragmentación)	0	15		7.5	25
Fauna	Hábitat	0.25	20	50	10	20
	Anfibios y reptiles	0.25	10		5	10
	Aves y quirópteros	0.25	10		5	10
	Mamíferos terrestres	0.25	10		5	10
Paisaje	Calidad visual	0.25	30	30	15	50
Socioeconómico	Empleo	0.5	10	20	5	25
	Comercio	0.5	10		5	25
Total		7.5		200	100	

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima respectivamente.

Cuadro 112. Rangos de calidad

Calidad	Nivel	Porcentaje
Muy alta/Optima	5	81-100%
Alta	4	61-80%
Media	3	41-60%
Baja	2	21-40%
Muy baja/Pésima	1	Menor al 20%

A continuación, se presenta la calidad de cada componente

Cuadro 113. Calidad de cada componente

Componente	Calidad del componente (%)	
Agua	50	Media
Suelo	50	Media
Aire	50	Media
Flora	50	Media
Fauna	50	Media

Paisaje	50	Media
Socioeconómico	50	Media

Un territorio con un severo proceso de fragmentación y degradación activa. Mientras que el aire y los aspectos socioeconómicos sostienen una calidad media (50%), el núcleo biofísico del proyecto muestra un deterioro crítico y generalizado, con niveles de calidad de apenas 25% en el suelo, el paisaje y la calidad del agua. Este preocupante escenario no es fortuito; es el resultado directo de una sinergia de presiones antropogénicas preexistentes en la región de la Mixteca Baja. El libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino, sumado a la apertura desordenada de una red capilar de caminos de acceso y la extracción de material pétreo en el cauce del río Coicoyán, han acelerado los procesos de erosión hídrica en los litosoles del área y confinado la vegetación forestal a relictos aislados. Así, el diagnóstico fisicoquímico y de paisaje demuestra que el proyecto se desplantará sobre un entorno con un equilibrio ecológico severamente alterado y de alta fragilidad, lo que obligará a robustecer las medidas de mitigación y restauración ambiental para no agravar la degradación actual del suelo y los cuerpos de agua locales.

El análisis multiescalar revela un ecosistema forestal (VS/BQ y VS/BPQ) caracterizado por una marcada simplificación estructural en sus estratos superiores, inducida por la hiperdominancia natural de los taxones *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*. Esta condición se traduce en índices de diversidad de Shannon consistentemente bajos en el estrato arbóreo y arbustivo a lo largo de las tres áreas evaluadas. A pesar de esta homogeneidad en el dosel, el estrato herbáceo exhibe un diagnóstico favorable, con una equitatividad alta y balanceada que denota un reparto saludable de abundancias y la ausencia de dominancias críticas en el sotobosque. En términos de resiliencia, la flora actual muestra estabilidad frente a presiones ambientales, pero su baja diversidad arbórea local advierte que cualquier perturbación severa sobre el dosel requerirá de acciones de compensación vegetal altamente específicas y enfocadas en mantener la estructura funcional del bosque de encino y pino-encino.

Fauna: A diferencia del componente botánico, la fauna presenta un escenario de alta funcionalidad ecológica y heterogeneidad de hábitat, destacando la avifauna como el grupo más maduro, diverso y estable del sistema, con una sobresaliente disponibilidad de nichos ecológicos a escala puntual (AP). Por su parte, la herpetofauna y la mastofauna evidencian un diagnóstico de sensibilidad ambiental por asimetría espacial. Los bajos valores de riqueza y diversidad registrados para mamíferos y reptiles en el Área Puntual evidencian un sitio localmente presionado, con restricciones de microhábitat o impactos antropogénicos previos. No obstante, el drástico incremento de los índices hacia el Área de Influencia y la Región Ecológica confirma que el entorno inmediato opera activamente como un refugio crítico y corredor biológico estructural. El ecosistema regional mantiene la conectividad necesaria para sostener poblaciones faunísticas dinámicas, lo que obliga al proyecto a

establecer medidas estrictas de mitigación dirigidas a preservar los flujos migratorios y la integridad de la matriz paisajística circundante.

ANEXO FOTOGRAFICO ESCURRIMEINTOS

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

Escurrimiento 1	Coordenada X 580417 Coordenada Y 1921078
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 2	Coordenada X 580153 Coordenada Y 1922402
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 3	Coordenada X 580000 Coordenada Y 1922849
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Con obra de drenaje existente	5.5 x 5.7 x 1.4

Escurrimiento 4	Coordenada X 577206 Coordenada Y 1925265
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 5	Coordenada X 579492 Coordenada Y 1923617
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 6	Coordenada X 578694 Coordenada Y 1924038
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Co obra existente, Puente	8.5 x 10.8 x 6

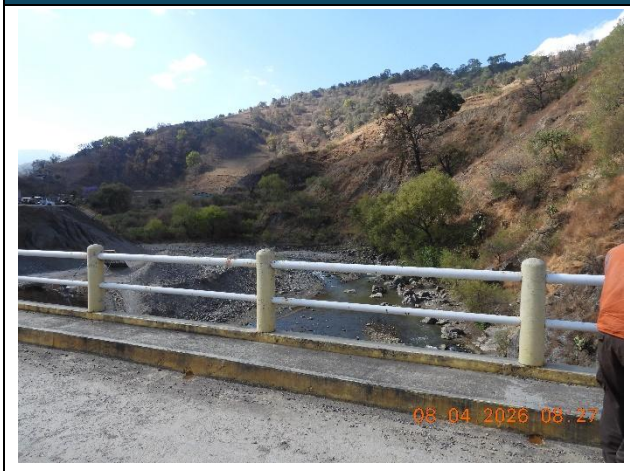
Escurrimiento 7	Coordenada X 579501 Coordenada Y 1923621
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Co obra existente, Puente	10.6 x 8.6 x 4.3

Escurrimiento 8	Coordenada X 579608 Coordenada Y 1923627
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Co obra existente, tubos	9 x 6 x 3.3

Escurrimiento 9	Coordenada X 577757 Coordenada Y 1925435
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Con obra existente, Puente	21.8 x 5.4 x 10

Escurrimiento 10	Coordenada X 577431 Coordenada Y 1925301
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

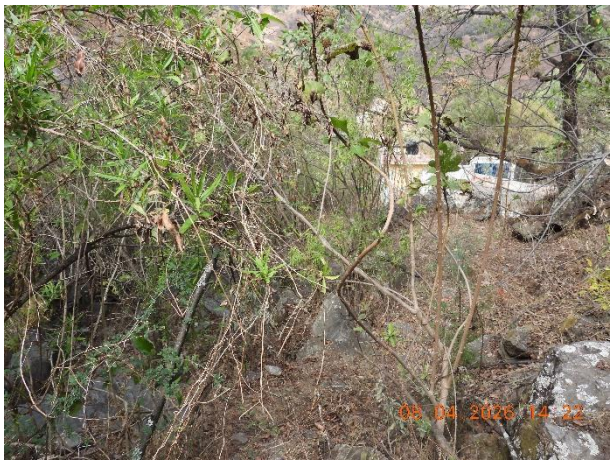
Escurrimiento 11	Coordenada X 577169 Coordenada Y 1925396
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 12	Coordenada X 578770 Coordenada Y 1923821
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha
Con obra, Puente	25 x 5.5 x 10.2

Escurrimiento 13	Coordenada X 578446 Coordenada Y 1923808
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 14	Coordenada X 578214 Coordenada Y 1924069
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 15	Coordenada X 578214 Coordenada Y 1924069
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Escurrimiento 16	Coordenada X 577175 Coordenada Y 1924997
	
Aguas arriba	Vista a la izquierda
	
Aguas abajo	Vista a la derecha

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Anexo fotográfico flora

E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

Contenido

1. Sitios de muestreo 2
2. Especies de flora 17

1. Sitios de muestreo

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AP1 **Coordenada X 580241** **Coordenada Y 1921259**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AP 2 Coordenada X: 0578183 Coordenada Y: 1924095	

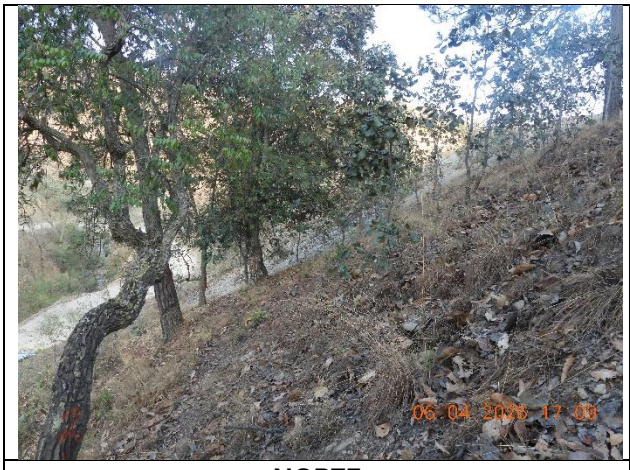
	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**

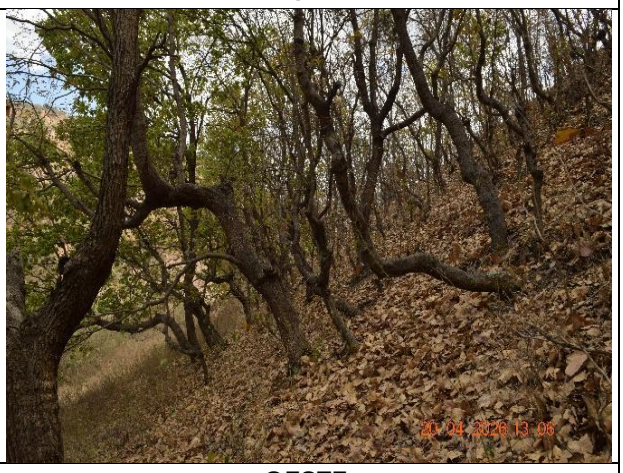
SITIO AP 3

Coordenada X: **579863**

Coordenada Y: **1922425**

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AP 4 Coordenada X: **0580244** Coordenada Y: **1921263**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AP 5 Coordenada X: 579956 Coordenada Y: 1922701	

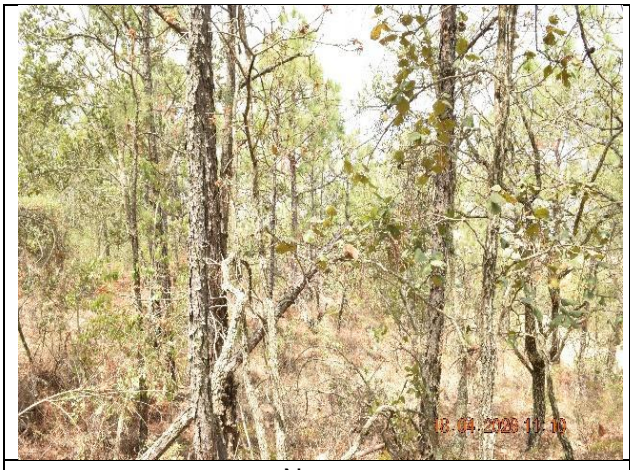
	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AI 1 Coordenada X: **578240** Coordenada Y: **1924230**	

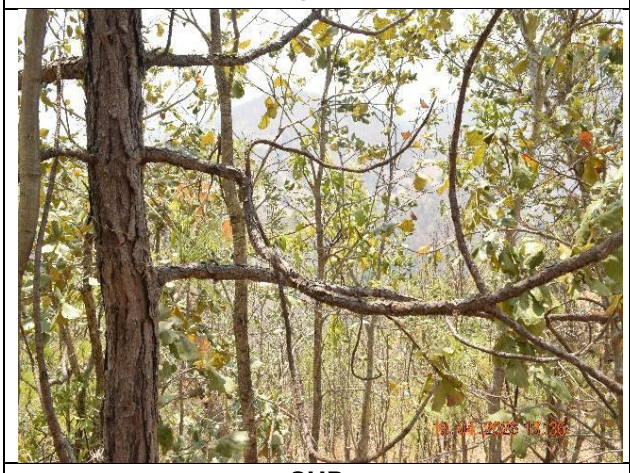
	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AI 2 Coordenada X: **580049** Coordenada Y: **1920187**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AI 3 Coordenada X: **580047** Coordenada Y: **580047**	

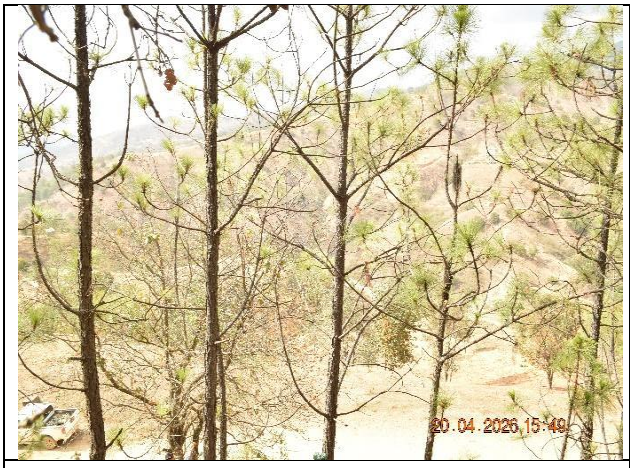
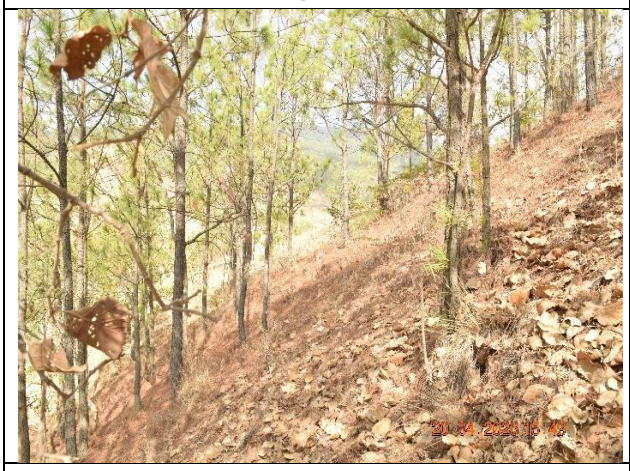
	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AI 4 Coordenada X: Coordenada Y:	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO AI 5 Coordenada X: Coordenada Y:	

	
Norte	Este
	
SUR	**OESTE**
SITIO SAR 1 Coordenada X: **580047** Coordenada Y: **1920190**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO SAR 2 Coordenada X: **579312** Coordenada Y: **1921275**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO SAR 3 Coordenada X: **576449** Coordenada Y: **1925714**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO SAR 4 Coordenada X: **580846** Coordenada Y: **1921780**	

	
NORTE	**ESTE**
	
SUR	**OESTE**
SITIO SAR 5 Coordenada X: 580075 Coordenada Y: 1922064	

2. Especies de flora

	
Especie: *Vachellia farnesiana* **Nombre Común:** Huizache **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Agarista mexicana* **Nombre Común:** Hierba de la sarna **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Ageratina adenophora* **Nombre Común:** Flor de espuma **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Aldama dentata* **Nombre Común:** Acahual **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Aristida adscensionis* **Nombre Común:** Tres barbas **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Baccharis conferta* **Nombre Común:** Azoyate **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Bejaria aestuans* **Nombre Común:** Cruz de mayo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Calliandra hirsuta* **Nombre Común:** Timbre **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Chaetogastra longifolia* **Nombre Común:** Lengua de Buey **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Clethra mexicana* **Nombre Común:** Marangola **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Comarostaphylis glauscens* **Nombre Común:** Nariz de lobo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Eriosema crinitum* **Nombre Común:** Hoja de guayabillo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Muhlenbergia rigida* **Nombre Común:** Grama **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Pinus oocarpa* **Nombre Común:** Pino **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Pseudognaphalium viscosum* **Nombre Común:** Gordolobo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Pteridium aquilinum* **Nombre Común:** Helecho águila **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Quercus conspersa* **Nombre Común:** Aguatle **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Quercus elliptica* **Nombre Común:** Encino **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Quercus magnoliifolia* **Nombre Común:** Encino amarillo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Quercus rugosa* **Nombre Común:** Encino Cucharo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Solanum ferrrugineum* **Nombre Común:** Abrojo **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Tephrosia pringlei* **Nombre Común:** Gallito **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Tillandsia juncea* **Nombre Común:** Magueyito **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Tillandsia makoyana* **Nombre Común:** Magueyito **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A

	
Especie: *Tillandsia recurvata* **Nombre Común:** Gallito **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Tillandsia schiedeana* **Nombre Común:** Gallito **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A
	
Especie: *Tillandsia usneoides* **Nombre Común:** Paxtle **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A	**Especie:** *Verbesina fastigiata* **Nombre Común:** Árnica de la costa **NOM-059-SEMARNAT-2010:** N/A



Especie: *Viridantha atroviridipetala*

Nombre Común: Bromelia

NOM-059-SEMARNAT-2010: N/A

Anexo fotográfico especies de Fauna observadas en campo

E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

1. Especies de fauna

	
Pyrocephalus rubinus	*Tyrannus melancholicus*
Papamoscas Cardenalito	Tirano Pirirí

	
Haemorhous mexicanus	*Melanotis caerulescens*
Pinzón Mexicano	Mulato Azul

	
Piranga rubra	*Columbina inca*
Piranga Roja	Tortolita Cola Larga

	
Melanerpes hypopolius	*Icterus pustulatus*
Carpintero del Balsas	Calandria Dorso Rayado

	
Toxostoma curvirostre	*Cathartes aura*
Cuicacoche Pico Curvo	Zopilote aura

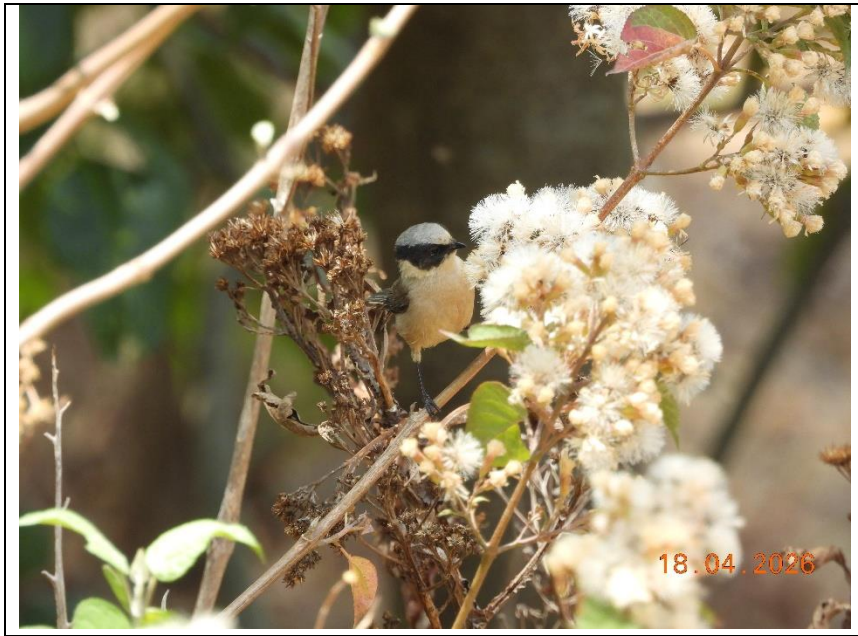
	
Ramosomyia violiceps	*Aimophila rufescens*
Colibrí Corona Violeta	Zacatonero Canelo

	
Falco sparverius	*Setophaga coronata*
Cernícalo Americano	Chipe Rabadilla Amarilla

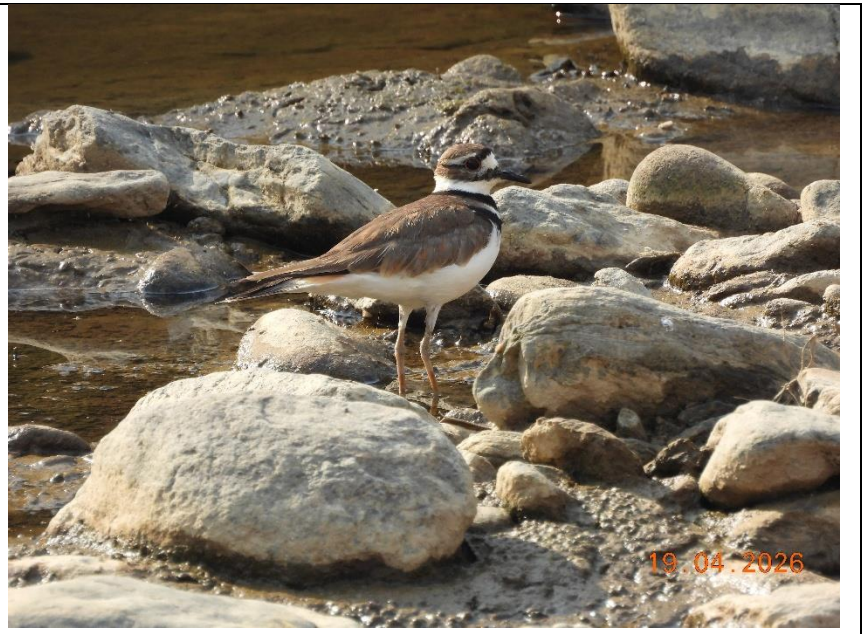
	
Sayornis nigricans	*Sayornis nigricans*
Papamoscas negro	Papamoscas negro

	
Basileuterus rufifrons	*Peucaea humeralis*
Chipe Gorra Canela Común	Zacatonero Pecho Negro

	
Buteo brachyurus	*Buteo jamaicensis*
Aguililla cola corta	Aguililla cola roja

	
Psaltriparus minimus	*Psaltriparus minimus*
Sastrecillo	Sastrecillo

	
Chloroceryle americana	*Passerina cyanea*
Martín pescador verde	Colorín azul

	
Coragyps atratus	*Charadrius vociferus*
Zopilote Común	Chorlo tildío

	
Aphelocoma woodhouseii	*Geococcyx californianus*
Chara de Collar	Correcaminos norteño

	
Spinus psaltria	*Stelgidopteryx serripennis*
Jilguerito Dominico	Golondrina Alas Aserradas

	
Tachycineta thalassina	*Melanerpes formicivorus*
Golondrina verdemar	Carpintero bellotero

	
Ptiliogonys cinereus	*Saltator grandis*
Capulinero gris	Saltador gris mesoamericano

	
Pheugopedius felix	*Salpinctes obsoletus*
Saltapared Feliz	Saltapared de Rocas

	
Contopus pertinax	*Empidonax difficilis*
Papamoscas José María	Papamoscas amarillo del Pacífico

	
Tyrannus crassirostris	*Tyrannus vociferans*
Tirano pico grueso	Tirano Chibiú



Vireo gilvus

Vireo gorjeador

	
Anolis microlepidotus	*Incilius occidentalis*
Abaniquillo guerrerense de encino	Sapo de los pinos

	
Conopsis acuta	*Pituophis lineaticollis*
Culebra terrestre guardacaminos	Cincuate sureño

	
Marisora aquilonaria	*Sceloporus horridus*
Eslizón occidental	Lagartija espinosa del Pacífico

	
Sceloporus scitulus	*Sceloporus spinosus*
Lagartija Espinosa esmeralda	Lagartija espinosa mexicana

	
Sceloporus spinosus	*Urosaurus bicarinatus*
Lagartija espinosa mexicana	Lagartija de Árbol del Pacifico

	
Lithobates zweifeli	*Aspidoscelis costatus*
Rana leopardo	Huico llanero

	
Canis latrans	*Urocyon cinereoargenteus*
Coyote	Zorra gris

	
Dasypus mexicanus	*Didelphis virginiana*
Armadillo nueve bandas	Tlacuache norteño

	
Sylvilagus cunicularius	*Sylvilagus cunicularius*
Conejo de Monte	Conejo de Monte

	
Bassariscus sumichrasti	*Nasua narica*
Cacomixtle tropical	Coatí

	
Procyon lotor	*Sciurus aureogaster*
Mapache	Ardilla vientre rojo



Lynx rufus

Lince Americano

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ANEXO 1.

CAPÍTULO IV

IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCION, COMPENSACION Y RESTAURACION

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 1

V.1. Identificación de impactos 1
V.1.1. Lista control 1
V.1.1. Matriz de interacción 4

V.2. Valoración de impactos 7

V.3. Caracterización de impactos 20
V.3.1. Caracterización de impactos generados por etapa de proyecto 20
V.3.2. Caracterización de impactos generados por factor ambiental 21

V.4. Impactos residuales 30

V.5. Impactos acumulativos 32

V.6. Pronostico del escenario 34
V.6.1. Pronostico ambiental 50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores ambientales 2
Cuadro 2. Actividades del proyecto 4
Cuadro 3. Ejemplo de matriz de doble entrada 4
Cuadro 4. Matriz de identificación de impactos ambientales 5
Cuadro 5. Criterios del método Conesa 7
Cuadro 6. Matriz de Leopold modificada 10
Cuadro 7. Resultados de la evaluación con el método Conesa 12
Cuadro 8. Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE. 23
Cuadro 9. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI. 26
Cuadro 10. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010 27
Cuadro 11.. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto. 28
Cuadro 12. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto. 29
Cuadro 13. Impactos residuales identificados para el proyecto 30
Cuadro 14. Impactos acumulativos para el proyecto 33
Cuadro 15. Criterios cualitativos para el Pronósticos de los escenarios del proyecto 35
Cuadro 16. Pronósticos de los escenarios para el proyecto 36
Cuadro 17. Resultado de la valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto 48

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Número de impactos por su naturaleza (positivos y negativos) *17*
Figura 2. Número de impactos por etapa del proyecto *17*
Figura 3. Número de impactos por actividad *18*
Figura 4. Número de impactos por factor ambiental *19*
Figura 5. Grafica del resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto *49*

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

V.1. Identificación de impactos

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se tomó en cuenta la siguiente información:

- Capítulo I. Relativo a la descripción del proyecto y sus alternativas, de donde se obtuvo información sobre las obras y actividades que pudieran provocar modificaciones en el medio.
- Capítulo III. Concerniente a la descripción de la Region Ecológica (RE) y señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto que permiten visualizar un estado inicial (línea base o cero) de las características de los componentes[1] y factores ambientales[2] . Así como los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Una vez disponible y analizada la información mencionada, se determinaron las interacciones entre el proyecto y el medio ambiente mediante el uso de una matriz de identificación para determinar las actividades que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán modificaciones permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Posteriormente los impactos identificados son evaluados a través de dos métodos: Matriz de Leopold modificada y Método Conesa. Se decidió emplear diferentes métodos debido a las características y criterios que maneja cada uno, de esta manera se pretende que se puedan complementar para presentar una mejor identificación y evaluación de impactos que reduzca la subjetividad y aproveche toda la información disponible.

V.1.1. Lista control

Con la finalidad de realizar la identificación de impactos ambientales, el grupo de trabajo desarrollo un listado general de los componentes ambientales y sus respectivos factores que potencialmente pudieran ser susceptibles de ser modificados por el desarrollo del

[1] El término componente ambiental se refiere a una subdivisión subjetiva del medio ambiente, dividiéndolo en suelo, geología y geomorfología, hidrología superficial, aire, fauna, vegetación, socioeconómico y paisaje, elementos que forman parte de la RE

[2] El término factor ambiental se refiere a un concepto de descripción sencilla y excluyente de otros, propio de la subdivisión para cada componente ambiental, se trata de un elemento del ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio

Proyecto (nótese que un impacto se define como el cambio en las características de cierto factor ambiental y puede ser benéfico o perjudicial), resultando en un total de 21 factores ambientales (Cuadro 1).

Asimismo, derivado del análisis de la información del Capítulo II de la presente MIA-R se realizó un listado de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de las mismas como pueden ser la generación de residuos y emisiones (Cuadro 2).

Cuadro 1. Factores ambientales

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
Suelo	F01	Tipo de Suelo	Comprende las características físicas del suelo como la estructura, la composición de horizontes, porosidad etc.
	F02	Uso de Suelo	Se refiere a la vocación del suelo en términos de su potencial de aprovechamiento antropogénico o de conservación.
	F03	Procesos Erosivos	Favorecimiento o inhibición de la degradación natural del suelo.
	F04	Calidad del Suelo	Se refiere a la modificación en la composición del suelo debido a la introducción de materiales externos (contaminantes u otro tipo de materiales).
Geología y geomorfología	F05	Relieves	Se refiere a las características topográficas naturales del terreno.
Hidrología superficial	F06	Cauces	Se refiere a la presencia de cuerpos de agua superficiales, escurrimientos, y sus características de dirección, profundidad, temporalidad etc.
	F07	Calidad del agua superficial	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua superficiales debido a la introducción de materiales externos.
Hidrología subterránea	F08	Recarga media	Modificación en la capacidad de infiltración del agua a nivel subterránea en una zona específica.
	F09	Calidad del agua subterránea	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua subterráneos debido a la introducción de materiales externos.
	F10	Vulnerabilidad	Se refiere al estatus del acuífero y a su capacidad para mantenerse inalterado.
Aire	F11	Calidad del aire	Se refiere a la modificación en la composición del aire debido a la emisión de contaminantes externos, incluyendo la presencia de polvos fugitivos.

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
	F12	Microclima	Se refiera a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los factores climáticos tales como temperatura, precipitación, fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).
	F13	Ruido y vibraciones	Presencia de niveles de ruido y emisiones vibratorias perceptibles.
Fauna	F14	Abundancia de fauna	Número de individuos presentes de cada especie animal. Se incluye a especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010
	F15	Distribución de fauna	Presencia física de individuos de fauna dentro de un área determinada ya sea como hábitat o en tránsito. Se incluye a especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010
Flora	F16	Abundancia de la vegetación	Número de individuos presentes de cada especie vegetal. Se incluye a especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010
	F17	Distribución de vegetación	Presencia física de individuos vegetales dentro de un área determinada. Se incluye a especies bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010
Socioeconómico	F18	Servicios básicos	Existencia de infraestructura de servicios para proporcionar transporte, agua potable, energía eléctrica, manejo integral de residuos y aguas residuales entre otros.
	F19	Comunicaciones	Existencia de infraestructura de vías de comunicaciones tales como caminos, ferrocarril, puertos, aeropuertos, etc.
	F20	Empleo y activación económica	Oferta de empleo dirigido a la población económicamente productiva y detonación de actividades productivas y mercantiles.
Paisaje	F21	Calidad Visual	Se refiere a la armonía natural del paisaje.

Cuadro 2. Actividades del proyecto

Etapa	Actividad	
Preparación del sitio	1	Desmonte
	2	Despalme
Construcción	3	Cortes y excavaciones
	4	Formación y compactación de terraplenes
	5	Mezclado tendido y compactación de la subrasante
	6	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base
	7	Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica
	8	Construcción de obras de drenaje
Operación y mantenimiento	9	Tránsito vehicular diurno y nocturno
	10	Programa de mantenimiento

V.1.1. Matriz de interacción

Para la identificación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de doble entrada, que permite relacionar las actividades del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas). De manera visual la estructura empleada en la matriz de interacción se presenta a continuación:

Cuadro 3. Ejemplo de matriz de doble entrada

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO
		Ai … Aj
FACTOR AMBIENTAL	$F_{01...,}$ F_n	Interacciones entre Factores y Actividades

La matriz de interacción resultante de la información de las características del proyecto y la caracterización ambiental se muestra a continuación.

Cuadro 4. Matriz de identificación de impactos ambientales

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Tipo de Suelo	PS-01	PS-16	CO-01	CO-12			CO-23	CO-28			6
Uso de Suelo	PS-02	PS-17	CO-02								3
Procesos Erosivos	PS-03		CO-03								2
Calidad del Suelo	PS-04		CO-04		CO-17	CO-20	CO-22	CO-29	OP-01	OP-09	8
Relieves			CO-05								1
Cauces	PS-05	PS-18	CO-06					CO-30			4
Calidad del agua superficial			CO-07				CO-23	CO-31	OP-02	OP-10	5
Recarga media	PS-06	PS-19		CO-14			CO-24				4
Calidad del aire	PS-07	PS-20	CO-08	CO-15	CO-18	CO-21	CO-25	CO-32	OP-03		9
Microclima	PS-08	PS-21					CO-26				3
Ruido y vibraciones	PS-09	PS-22	CO-09	CO-16	CO-19	CO-22	CO-27	CO-31	OP-04		9
Abundancia de fauna	PS-10								OP-05		2
Distribución de fauna	PS-11								OP-06		2
Abundancia de la vegetación	PS-12										1
Distribución de vegetación	PS-13										1

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Servicios básicos								CO-31	OP-07		2
Empleo y activación económica	PS-14		CO-10					CO-32	OP-08	OP-10	5
Calidad Visual	PS-15		CO-11								2
Interacciones por actividad	15	7	11	4	3	3	7	8	8	3	69/69

V.2. Valoración de impactos

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a su valoración. Para el caso de este proyecto se ha optado por utilizar:

Matriz de Leopold modificada. En este método se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas de análisis (1) Matriz de identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados y (2) Matriz de Importancia como primera valoración cualitativa de los impactos ambientales identificados sobre los factores ambientales. Esta matriz permite valorar tanto la agresividad de las acciones como los factores ambientales que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad en cuestión. Este método considera los siguientes valores:

- Magnitud. Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda de cada interacción. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.
- Importancia. Valor ponderal, que da el peso relativo del impacto potencial, se escribe en la mitad inferior derecha de cada interacción. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Método Conesa. Este método propone una matriz causa-efecto o matriz de impacto, similar a la propuesta en el método de Leopold. Una vez identificados los impactos y las causas que los producen se caracterizan cada uno de los impactos identificados de acuerdo con una serie de atributos y valores, para determinar su importancia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Criterios del método Conesa

Atributo y descripción
Naturaleza (NT). Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto. El valor puede ser **Benéfico (+1) o Perjudicial (-1)**
Intensidad (IN). Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del factor. La intensidad puede ser **Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) o Total (12)**
Extensión (EX). Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Los valores que puede tomar son: **Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) o Total (8)**

Atributo y descripción
Momento (MO). Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años. Los valores que puede tomar son: **Largo plazo (1) = MO > 5 años** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ MO ≤ 5 años** **Inmediato (4) = MO < 1 años**
Persistencia (PS). Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es *Fugaz* si permanece menos de un año, el *Temporal* si lo hace entre uno y diez años, y el *Permanente* si supera los diez años. Los valores que puede tomar son: **Fugaz (1) = PS < 1 año** **Temporal (2) = 1 año ≤ PS ≤ 10 años** **Permanente (4) = PS > 10 años**
Reversibilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo. Los valores que puede tomar son: **No aplica (0)** **Corto plazo (1) = RV < 1 año** **Medio plazo (2) = 1 año ≤ RV ≤ 10 años** **Irreversible (4) = RV > 10 años**
Sinergia (SI). 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. Los valores que puede tomar son: **Sin sinergismo (1)** **Sinérgico (2)** **Muy sinérgico (4)**
Acumulación (AC). Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo. Los valores que puede tomar son **Simple (1) o Acumulativo (4)**
Relación Causa-Efecto (EF). La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro. Los valores que puede tomar son **Indirecto (1) o Directo (4)**
Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular. Los valores que puede tomar son: **Irregular o aperiódico y discontinuo (1)** **Periódico (2)** **Continuo (4)**

Atributo y descripción
Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la *reversibilidad* se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son: **No aplica (0)** **De manera inmediata (1) = MC < 1 año** **A mediano plazo (2) = 1 año ≤ MC ≤ 10 años** **Mitigable (4) = 10 año < MC ≤ 60 años** **Irrecuperable (8) = MC > 60 años**

La importancia tomará valores entre 13 y 100 en función de las variaciones dadas a cada atributo. Los impactos con valores menores de 25 se consideran compatibles. Aquellos que toman valores comprendidos entre 25 y 50 se clasifican como moderados. Se definen como severos aquéllos cuyo valor se encuentre entre 50 y 75 y, para valores por encima de 75, se considera que el impacto es crítico (Conesa, 1997).

Para este método, el resultado de los impactos se caracteriza mediante su importancia que se obtiene mediante la ecuación:

$$I = \pm (3\,IN + 2\,EX + MO + PS + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los impactos con los métodos propuestos, así como el análisis de estos:

Cuadro 6. Matriz de Leopold modificada

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Tipo de Suelo	-4/4	-6/5	-5/5	-5/5			-7/6	-3/3			30/28
Uso de Suelo	-4/4	-6/5	-5/5								15/14
Procesos Erosivos	-4/4		-7/6								11/10
Calidad del Suelo	-4/4		-5/5		-5/5	-5/5	-5/5	-3/3	-5/5	-5/5	37/37
Relieves			-7/6								7/6
Cauces	-4/4	-6/5	-5/5					-4/4			19/18
Calidad del agua superficial			-5/5				-5/5	-4/4	-5/5	-5/5	24/24
Recarga media	-4/4	-5/5		-5/5			-5/5				19/19
Calidad del aire	-4/4	-6/5	-6/5	-5/5	-5/5	-5/5	-5/5	-3/3	-5/5		44/42
Microclima	-4/4	-6/5					-5/5				15/14
Ruido y vibraciones	-4/4	-5/5	-6/5	-5/5	-5/5	-5/5	-5/5	-3/3	-5/5		43/46
Abundancia de fauna	-5/5								-5/5		10/10
Distribución de fauna	-5/5								-5/5		10/10
Abundancia de la vegetación	-7/6										7/6

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Distribución de vegetación	-7/6										7/6
Servicios básicos								+5/5	+5/5		10/10
Empleo y activación económica	-5/5		-5/5					+5/5	+5/5	-5/5	25/25
Calidad Visual	-5/5		-5/5								10/10
Relación mag/imp por actividad	73/75	40/35	61/57	15/15	16/15	16/15	38/36	30/30	31/30	16/15	69/69

Cuadro 7. Resultados de la evaluación con el método Conesa

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
PS-01	Desmonte	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	32	Moderado
PS-02	Desmonte	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	32	Moderado
PS-03	Desmonte	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-04	Desmonte	Calidad de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-05	Desmonte	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-06	Desmonte	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-07	Desmonte	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-08	Desmonte	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	26	Moderado
PS-09	Desmonte	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Moderado
PS-10	Desmonte	Abundancia de la fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	33	Moderado
PS-11	Desmonte	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-12	Desmonte	Abundancia de la vegetación	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-13	Desmonte	Distribución de vegetación	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	36	Moderado
PS-14	Desmonte	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible
PS-15	Desmonte	Calidad Visual	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	2	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	31	Moderado
	Despalme	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable	4	44	Moderado

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
PS-16									(MO < 1 años)		(PS < 1 año)		(1 año < RV < 10 años)										(10 año>MC> 60 años)			
PS-17	Despalme	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	60	Severo
PS-18	Despalme	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	35	Moderado
PS-19	Despalme	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS < 1 año)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Acumulativo	4	Directo (primario)	4	Continuo	4	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	35	Moderado
PS-20	Despalme	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	27	Moderado
PS-21	Despalme	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
PS-22	Despalme	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (1 año < RV < 10 años)	4	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	36	Moderado
CO-02	Cortes y excavaciones	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	1	56	Severo
CO-03	Cortes y excavaciones	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sinérgico	2	Acumulativo	4	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	39	Moderado
CO-04	Cortes y excavaciones	Calidad del suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	5	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	2	Simple	2	Indirecto (secundario)	2	Periódico	3	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	4	32	Moderado
CO-05	Cortes y excavaciones	Relieves	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	49	Moderado
CO-06	Cortes y excavaciones	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple		Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	44	Moderado
CO-07	Cortes y excavaciones	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-08	Cortes y excavaciones	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-09	Cortes y excavaciones	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-10	Cortes y excavaciones	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
CO-11	Cortes y excavaciones	Calidad Visual	Perjudicial (-)	1	Alta	4	Parcial	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	1	25	Moderado
CO-12	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	35	Moderado
CO-13	Formación y compactación de terraplenes	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-14	Formación y compactación de terraplenes	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-15	Formación y compactación de terraplenes	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-16	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV > 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (1 año>MC>10 años)	1	23	Compatible
CO-17	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (PS < 1 año)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	20	Compatible
CO-18	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (PS < 1 año)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	20	Compatible
CO-19	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	Corto plazo (RV > 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	23	Compatible
CO-20	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-21	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
		Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	Irreversible	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4		1	Mitigable	4	37	Moderado

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
CO-22	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica								(MO < 1 años)		(1 año < PS < 10 años)		(RV > 10 años)								Irregular o aperiódico y discontinuo		(1 año>MC>10 años)			
CO-23	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	59	Severo
CO-24	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	38	Moderado
CO-25	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	43	Moderado
CO-26	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-27	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (1 año < PS < 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (1 año>MC>10 años)	4	34	Moderado
CO-28	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-30	Construcción de obras de drenaje	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-31	Construcción de obras de drenaje	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	43	Moderado
CO-32	Construcción de obras de drenaje	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-33	Construcción de obras de drenaje	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (1 año < RV < 10 años)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	23	Compatible
CO-34	Construcción de obras de drenaje	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	22	Compatible
		Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato	4	Permanente	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4		1	No aplica	0	23	Compatible

Id	Actividad	Factor ambiental	Naturaleza		Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Momento (MO)		Persistencia (PS)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumulación (AC)		Relacion causa-efecto (EF)		Periodicidad (PR).		Recuperabilidad (MC)		Importancia	
CO-35	Construcción de obras de drenaje								(MO < 1 años)		(1 año < PS < 10 años)										Irregular o aperiódico y discontinuo		(MC <1 año)			
CO-36	Construcción de obras de drenaje	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	20	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	22	Compatible
OP-02	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	21	Compatible
OP-03	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano Plazo	2	39	Moderado
OP-06	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sinérgico	2	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano Plazo (MC <1 año)	2	21	Compatible
OP-07	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Contunuo	4	No Aplica	0	43	Moderado
OP-08	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (1 año < PS < 10 años)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica	0	17	Compatible
OP-09	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-10	Programa de mantenimiento	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	19	Compatible
OP-11	Programa de mantenimiento	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No aplica (MC <1 año)	0	17	Compatible

El resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 69 impactos potenciales (62 negativos y 7 positivos) de los cuales 22 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 36 en la etapa de construcción y 11 para la etapa de operación y mantenimiento.

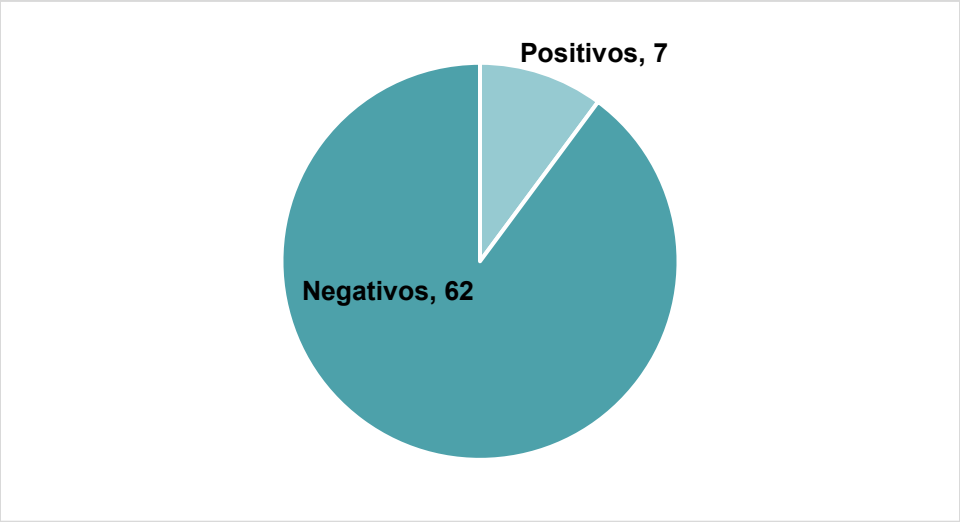


Figura 1. Número de impactos por su naturaleza (positivos y negativos)

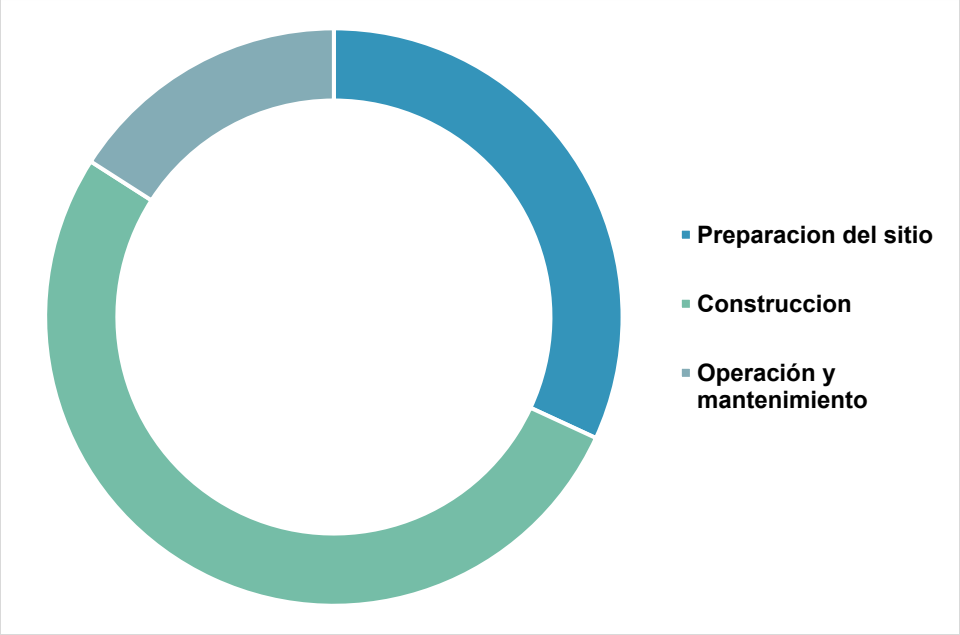


Figura 2. Número de impactos por etapa del proyecto

De manera general, las actividades que presentan el mayor número de impactos potenciales son: Desmonte con 15, seguido por cortes y excavaciones con 11, y construcción de obras de drenaje y transito diurno y nocturno con 8 cada uno. Para el caso de los factores ambientales que presentan el mayor número de interacciones se destacan Calidad del aire y Ruido y vibraciones ambos con 9 impactos, seguidos por calidad del suelo con 8.

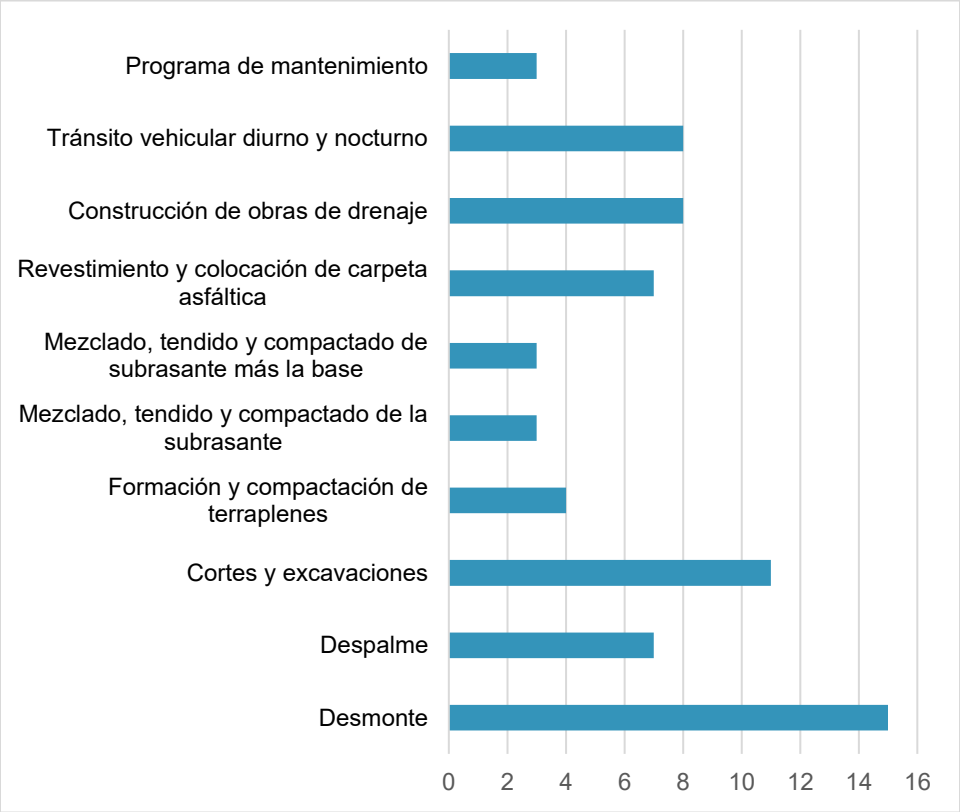


Figura 3. Número de impactos por actividad

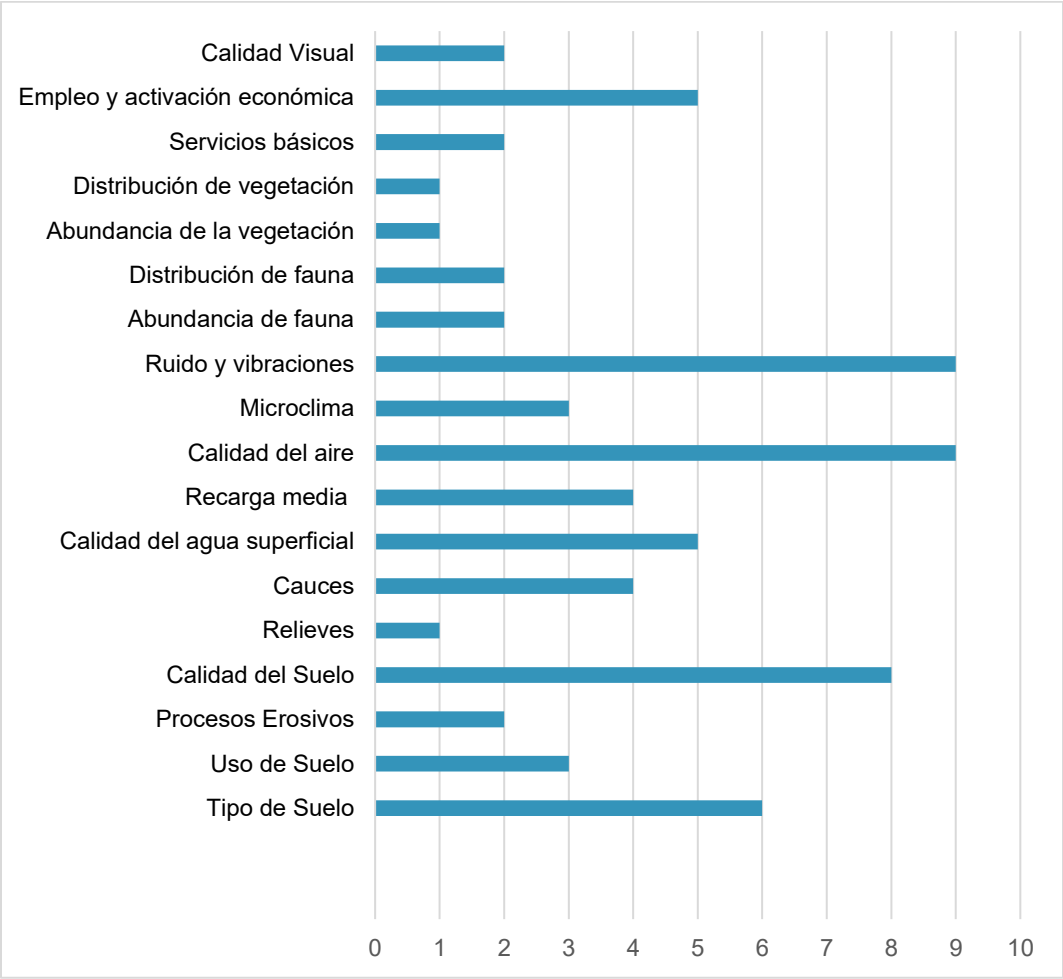


Figura 4. Número de impactos por factor ambiental

Según la relación magnitud/importancia que brinda la matriz de Leopold modificada, se destacan las actividades Desmonte con 73/75, Cortes y excavaciones con 61/57 y Despalme con 40/35. Para el caso de los factores ambientales, los que presentaron un valor mayor en la relación de magnitud/importancia son Calidad del aire 44/42, Ruido y vibraciones con 43/46 y Tipo de suelo con 30/28.

Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 40 compatibles, 26 moderados Y 3 Severos. No se determinaron impactos críticos. A continuación, se presentan los impactos moderados y severos:

A continuación, se presenta la descripción de los impactos mostrados en el cuadro anterior agrupados de la siguiente forma:

Impactos moderados de naturaleza negativa: Estos impactos reciben esta categoría principalmente porque durante la evaluación han obtenido un valor de importancia alto y la modificación se considera inmediata, es decir ocurre en menos de un año, se consideran "irreversibles" (es decir que de manera natural le tomaría al entorno más de 10 años para regresar a las condiciones naturales previas a la modificación), la relación causa-efecto es directa y el impacto es continuo. Los factores ambientales implicados son principalmente para el componente suelo y vegetación, es decir tipo de suelo y calidad del suelo, abundancia y distribución de la vegetación.

Impactos de naturaleza positiva: En este respecto, estos impactos reciben las categorías mencionadas ya que, según las características del método de evaluación de impactos empleado, se presentan en menos de un año, son de importancia alta, muy alta o total y la persistencia es superior a los 10 años. Es importante recalcar que el mayor beneficio del desarrollo del proyecto es mejorar la conectividad del municipio de San Martin Peras. Así mismo resultaría conveniente que en los casos en los que no se necesite personal especifico se utilizara mano de obra local, lo cual podría reflejar un aumento en los ingresos locales, aumento de bienes y servicios, y por lo tanto un aumento de la economía local.

V.3. Caracterización de impactos

V.3.1. Caracterización de impactos generados por etapa de proyecto

A) Etapa de Preparación del sitio

En la preparación del sitio para la construcción del proyecto, se llevarán a cabo obras de desmonte y despalme en las zonas que serán objeto de corrección de trazo y curvas, así como en aquellas con presencia de vegetación arbórea y arbustiva. El desmonte se realizará con maquinaria especializada, como excavadoras y motosierras, y el despalme se hará de forma mecánica, retirando la capa de suelo orgánico a una profundidad de 30 cm. La vegetación y el suelo retirado serán acopiados y gestionados según lo establecido en el Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto.

La corrección de trazo y curvas se realizará para mejorar la seguridad vial y la funcionalidad del camino, suavizando curvas pronunciadas y ampliando algunos tramos. Estas correcciones se basarán en estudios topográficos detallados y planos de diseño.

La mayoría de las obras se ejecutarán sobre el camino existente, el cual se encuentra en condiciones regulares y será protegido con medidas de señalización y delimitación para evitar daños durante los trabajos.

Previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme, se implementará el programa de Rescate y Reubicación de Flora y Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, que tiene como objetivo proteger las especies presentes en el área. Estos programas se llevarán a cabo en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y en coordinación con las autoridades competentes.

B) Construcción

Esta etapa del proyecto se caracteriza por la realización de cortes, excavaciones, nivelación, construcción de obras de drenaje y pavimentación de la calzada, lo cual implica movimientos de materiales, vehículos y maquinaria, así como la generación de residuos y emisión de partículas. Por lo tanto, las actividades de esta etapa provocaran una modificación sobre las características geomorfológicas y del suelo provocando cambios principalmente en su estructura y la capacidad de infiltración de agua debido a la compactación. Así como afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.

Asimismo, se contempla la generación de emisiones de gases producto de la combustión de gasolina, diésel. También se considera la generación de residuos tales como residuos de construcción, cartón, alambres, acero, madera, bolsas de plásticos, envases de PET, estopas impregnadas de grasas o pintura entre otros, los cuáles serán colocados en contenedores de residuos (tambos rotulados de acuerdo con la naturaleza del residuo depositado).

C) Operación y mantenimiento

La principal actividad del proyecto es el uso de la vía de comunicación por lo que las actividades de tránsito vehicular, bacheo, pintura, señalización y mantenimiento de la carpeta asfáltica podrían resultar en emisión de partículas, aumento del ruido y vibraciones.

V.3.2. Caracterización de impactos generados por factor ambiental

A. Impactos al suelo

El primer impacto al suelo se manifiesta por el desmonte y despalme ya que se requerirá la remoción de la cubierta vegetal y el suelo superficial para comenzar a adecuar los sitios para las actividades de construcción. Para estas actividades, se utilizará maquinaria pesada como excavadoras y bulldozers. La vegetación y el suelo removido serán transportados a un sitio de acopio designado para su posterior gestión.

Posteriormente la calidad del suelo y sus características físicas se verán modificadas por la colocación de material de revestimiento y compactación de este en el tramo del proyecto a modernizar.

B. Impactos a la geología y geomorfología

En este respecto, se considera la modificación del relieve actual, ya que será necesario realizar movimientos de tierra que involucrarán la excavación de suelo, el corte y la construcción de terraplenes, utilizando maquinaria como excavadoras, bulldozers y compactadores. Estas actividades se llevarán a cabo para preparar el sitio para la construcción del proyecto, lo que incluye la nivelación del terreno, la compactación del suelo para garantizar su estabilidad y la conformación de taludes con una inclinación segura. La finalidad de estas adecuaciones es crear una superficie de construcción adecuada que cumpla con los requisitos técnicos del proyecto

C. Impactos al agua

En cuanto a las aguas superficiales, su calidad no se verá afectada de manera significativa, ya que no se descargarán aguas contaminadas a ningún afluente o al suelo. Sin embargo, existe la posibilidad de que, por algún descuido, materiales de construcción como sedimentos, concreto o asfalto puedan caer en los escurrimientos, lo que podría aumentar la turbidez del agua.

Es fundamental destacar que las obras de drenaje, diseñadas para un control eficiente del flujo hídrico, también jugarán un papel crucial en la protección de las corrientes.

D. Impactos al aire

En este componente se pueden considerar las variantes de calidad del aire que pueden ser afectadas, al realizarse actividades de movimientos de tierra y materiales, así los impactos adversos para este factor son los generados por las actividades de operación de la maquinaria, equipos de construcción y transporte, tales actividades arrojarán gases como producto de la combustión de la maquinaria y vehículos a utilizar, partículas y polvo por la demolición y limpieza en la preparación del sitio. Por otra parte, durante esta misma etapa, se generarán emisiones sonoras (ruido), que serán de carácter temporal.

E. Impactos a la fauna

Para este componente se ha identificado que debido al desmonte y despalme la fauna terrestre cercana al área de proyecto se desplace a sitios aledaños donde no se presente perturbación al entorno, lo que podría modificar la abundancia de fauna en el área de proyecto.

Existen áreas con presencia de vegetación natural fuera del AP que pudiera funcionar como hábitat de fauna por lo que en el sitio del proyecto existe presencia potencial de individuos faunísticos como residentes permanentes en sitio

Para el caso de afectación a individuos que pudieran encontrarse bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies deberán ser consideradas en las actividades previas al ingreso de maquinaria para su rescate y reubicación en la medida de lo posible considerando como prioridad a las especies de lento desplazamiento. Así mismos se plantea un Programa de rescate y reubicación de Fauna cuyo énfasis será en las especies catalogados en riesgo y aquellas de lento desplazamiento.

Es importante mencionar que durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de individuos de los distintos grupos faunísticos.

En todo el muestreo de Área del proyecto, Área de Influencia y Region Ecológica se encontraron 51 especies de Aves, 13 especies de Herpetofauna, y 10 especies de Mamíferos (Cuadro 11).

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A). En los siguientes apartados se describe lo encontrados para cada zona y para cada grupo.

Cuadro 8. Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE.

# sp	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
1	Avifauna	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-			2
2	Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	1		2
3	Avifauna	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-		16	8
4	Avifauna	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-		1	
5	Avifauna	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-			2
6	Avifauna	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-			4
7	Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	2		7
8	Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	4	3	
9	Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	5	3	4
10	Avifauna	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-		4	
11	Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	11	4	4

# sp	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
12	Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	2		
13	Avifauna	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	-			5
14	Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	3	1	
15	Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	2		2
16	Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	22		5
17	Avifauna	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-		3	3
18	Avifauna	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-		3	
19	Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	27	13	4
20	Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	23	17	30
21	Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	3		
22	Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	1		
23	Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	1		
24	Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	2		
25	Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	7		4
26	Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	2	2	
27	Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	7	3	
28	Avifauna	Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	-	4		
29	Avifauna	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-			1
30	Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	4	2	
31	Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	1		1
32	Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	2		2
33	Avifauna	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-			4
34	Avifauna	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-		2	
35	Avifauna	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-		1	
36	Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	1		
37	Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	1		
38	Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	2		2
39	Avifauna	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-		2	
40	Avifauna	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-		6	
41	Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	1		
42	Avifauna	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-		3	2

# sp	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
43	Avifauna	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico	-		2	
44	Avifauna	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-		1	
45	Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	4		
46	Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		5	4	4
47	Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	2	2	
48	Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-		5	
49	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	4		2
50	Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-			4
51	Avifauna	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-			1
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	A		1	
2	Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos		5	7	
3	Herpetofauna	Colubridae	*Conopsis acuta*	Culebra terrestre guardacaminos	-			2
4	Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	2		3
5	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			1
6	Herpetofauna	Mabuyidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-		2	
7	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	-		6	1
8	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija Espinosa esmeralda	-			4
9	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-			1
10	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	1	3	1
11	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Arbol del pacifico	-	7	2	
12	Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	2	1	
13	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	1	5	2
1	Mamiferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	1	1	
2	Mamiferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-			3
3	Mamiferos	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-		3	2
4	Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-		1	
5	Mamiferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	9	5	2
6	Mamiferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	2	2	

# sp	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
7	Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-		2	1
8	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	4	4	1
9	Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-		2	
10	Mamiferos	Sciuridae	*Lynx rufus*	Licen Americano	-			1
					TOTAL	**190**	**150**	**134**

De acuerdo con los cálculos de Índice de diversidad de Shannon, la avifauna presenta en las tres unidades de análisis (AP, AI y RE una diversidad media (normal), la mastofauna y la herpetofauna presentan valores bajos de diversidad es decir por debajo de 2.

Cuadro 9. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI.

Parámetro	GRUPO FAUNÍSTICO								
	AVES			MAMÍFEROS			HERPETOFAUNA		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Riqueza específica (S)	30	24	25	4	8	6	6	8	8
Abundancia	156	103	109	16	20	10	18	27	15
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.84	2.8	2.79	1.1	1.94	1.7	1.53	1.87	1.93

En cuanto a la avifauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más alto en AP (2.84) y el más bajo en RE (2.79), entre los que hay una diferencia de 5 centésimas, por lo cual podemos decir que la diversidad entre unidades es prácticamente igual. En cuanto a la mastofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.1) y el más alto en RE (1.7). En cuanto a la herpetofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.53) y el más alto en AI (1.93).

Cabe señalar la alta movilidad que presentan las aves, debido a la cual pueden desplazarse para alejarse de disturbios y también debido a la cual presentan una alta capacidad de desplazarse entre fragmentos de hábitat. Por lo anterior el proyecto no afectará en gran medida a las aves. Sin embargo se realizarán medidas de mitigación enfocadas en evitar que todas las especies de fauna de todos los grupos, incluyendo las aves, presentes en AP sean dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical

(*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y, Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A).

Cuadro 10. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AP	AI	RE
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr		Registrada	
2	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			Registrada
3	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	Registrada	Registrada	Registrada
4	Mastofauna	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	Registrada	Registrada	

De acuerdo con la tabla anterior, las especies encontradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y encontradas en AP fueron el Huico llanero (*Aspidoscelis costatus* y *Bassariscus sumichrasti*) ambas en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). El Cacomixtle tiene una alta capacidad de desplazamiento, mediante la cual lo individuos pueden desplazarse para alejarse de disturbios. El Huico llanero presenta ámbitos hogareños reducidos, pero se puede desplazar de disturbios. Atendiendo a estos resultados se realizarán medidas de mitigación enfocadas en evitar que las especies de fauna encontradas en AP pudieran ser dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

F) Impactos a la flora

Los impactos a este componente son puntuales ya que se considera la necesaria remoción de vegetación forestal para adecuar el trazo del proyecto y realizar la construcción de este, por lo que se deberán llevar a cabo acciones de rescate y reubicación previo al ingreso de la maquinaria.

Bosque de pino- encino en el área de proyecto (AP)

La vegetación secundaria de bosque de pino-encino en el área del proyecto (AP) corresponde a una comunidad en etapa sucesional, con una riqueza florística de 21 especies distribuidas en cuatro estratos ecológicos. Se identifican como familias más representativas Bromeliaceae, Fagaceae, Ericaceae y Fabaceae.

El estrato arbóreo presenta una densidad de 1,196.88 ind/ha y se encuentra fuertemente dominado por *Pinus oocarpa* (IVI 95.57), asociado a especies de Quercus (*Q. conspersa, Q. rugosa, Q. magnoliifolia y Q. elliptica*), que aportan la dominancia secundaria del estrato.

El estrato arbustivo registra una densidad de 1,237.50 ind/ha, con codominancia de *Bejaria aestuans* (IVI 69.50) y la regeneración de *Pinus oocarpa*. El estrato epífito presenta 1,762.50 ind/ha, dominado por *Tillandsia schiedeana* (IVI 138.85). El estrato herbáceo constituye el de mayor densidad, con 85,000 ind/ha, dominado por la gramínea nativa *Aristida adscensionis* (IVI 137.63). En conjunto, estas características definen al AP como una unidad de vegetación secundaria con fuerte dominancia de especies pioneras.

En el siguiente cuadro se enlistan las especies registradas en el área de estudio. Con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

Cuadro 11.. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

Bosque de encino en el área de proyecto

De acuerdo con los resultados del muestreo y el análisis de vegetación realizado para el bosque de encino, el ecosistema evaluado está conformado por tres estratos: arbóreo,

arbustivo y herbáceo, con una riqueza florística de cinco especies pertenecientes a tres familias botánicas. El estrato arbóreo está representado por las especies *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*, siendo *Quercus rugosa* la especie dominante en el estrato arbustivo, con una abundancia de 350 ind/ha, lo que evidencia su importancia estructural dentro de la comunidad vegetal. El estrato herbáceo está integrado por cinco especies, entre las que destacan *Elytraria mexicana* y *Mentzelia aspera* por su mayor representatividad y frecuencia dentro de las unidades de muestreo. Por su parte, el estrato arbustivo presenta una composición reducida, asociada principalmente a la regeneración natural de las especies arbóreas presentes en el sitio.

En términos generales, el bosque de encino del Área del Proyecto presenta una estructura vegetal simple, dominada por especies del género *Quercus* y con una baja riqueza florística, característica de comunidades vegetales con predominio de encinos.

Respecto a la presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los resultados obtenidos indican que ninguna de las especies registradas en los estratos evaluados se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo establecida por dicha norma.

Cuadro 12. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

G) Impactos al componente socioeconómico

Para este componente, los impactos son de naturaleza benéfica. En primera instancia, se favorecerá la movilidad y la seguridad para la circulación de vehículos motorizados, incluyendo automóviles, camiones y autobuses, así como para peatones y el traslado de bienes y servicios. Se espera una reducción del 20% en los tiempos de traslado, lo que facilitará el acceso a centros de salud, escuelas y mercados. Además, se mejorará la seguridad vial gracias a la mejora de la superficie de rodamiento, la señalización y la iluminación, lo que contribuirá a reducir los accidentes.

También, se generará empleo para personal no calificado o escasamente calificado por lo que podrá ser contratado personal que habite en la zona y así el ingreso de capital será local. Y finalmente con la llegada de trabajadores implica un aumento en la demanda de bienes y servicios que si bien será temporal puede proveer de un aumento a la economía local y del municipio.

H) Impactos al paisaje

La calidad visual del paisaje a nivel local es “Baja”. En términos descriptivos, la zona del proyecto se caracteriza por un paisaje dominado por extensas áreas de agricultura, principalmente de cultivos, ganadería y asentamientos humanos dispersos, con una densidad de población de 51.2 hab./km^2.

El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural

V.4. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental regional reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

Por otro lado, es importante destacar los impactos relacionados con eventos no deseados como atropellamiento o lesiones accidentales a los individuos de la fauna que se pueden presentar por el tránsito vehicular por lo que será importante mantener en buenas condiciones de iluminación y señalamiento el tramo carretero.

Cuadro 13. Impactos residuales identificados para el proyecto

CO-05 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Relieve). De manera general este impacto persistirá posterior a la implementación de medidas debido a la necesidad de realizar cortes en superficies necesarias para adecuar el trazo, modificando así parte del relieve o de los taludes naturales presentes en esas áreas de corte.

El impacto es considerado de naturaleza negativa o perjudicial, con una importancia moderada debido a la necesidad de realizar cortes para adecuar curvas en la modernización del proyecto, se contempla con una extensión parcial ya que los cortes se ubicaran únicamente en áreas específicas, la manifestación del impacto es de manera inmediata al realizar las actividades, persistirá de manera permanente, se contempla como un impacto simple, directo que se presentara derivado de la actividad de manera irregular o en una sola ocasión, en cuanto a la recuperación de las características de este factor previas a la modificación deriva del proyecto se contempla que de manera natural tardaría más de 10 años en recuperarse, y si la modificación fuera mitigada se podría compensar en un periodo no mayor a 10 años. Se considera un impacto moderado.

CO-06 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Cauces). De manera general este impacto persistirá posterior a la implementación de medidas debido a la necesidad de realizar cortes en superficies necesarias para adecuar el trazo, en el cual se ubican escurrimientos y cuerpos de agua modificando así la hidrología superficial presente en esas áreas de corte.

El impacto es considerado de naturaleza negativa o perjudicial, con una importancia moderada debido a la necesidad de realizar cortes para adecuar curvas en la modernización del proyecto, se contempla con una extensión puntual ya que los cortes se ubicaran en sitios específicos, la manifestación del impacto es de manera inmediata al realizar las actividades, persistirá de manera permanente, se contempla como un impacto simple, directo que se presentara derivado de la actividad de manera irregular o en una sola ocasión, en cuanto a la recuperación de las características de este factor previas a la modificación deriva del proyecto se contempla que de manera natural tardaría más de 10 años en recuperarse, y si la modificación fuera mitigada se podría compensar en un periodo no mayor a 10 años. Se considera un impacto moderado.

CO-22 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con Factor Calidad del suelo). De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica se presenta como un material ajeno al suelo natural modificando sus características físicas.

El impacto es considerado de naturaleza negativa con una calificación como moderado, la magnitud del impacto se considera total y con una extensión extensa considerando que la pavimentación se llevara a cabo en las zonas de modernización (áreas que no son actualmente vía general de comunicación y que en algunos casos requiere CUSTF), aunque el camino se encuentra en operación. La manifestación del impacto se presentará de manera inmediata al realizar esta actividad y será permanente, se considera un impacto simple, directo, irregular y para el caso de que el factor pudiera recuperar las características previas a su modificación derivadas del proyecto se considera que de manera natural sería irreversible y si se tratase de actividades de mitigación el periodo podría llegar hasta los 10 años.

CO-24 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Recarga media). De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica puede impedir la permeabilidad del suelo y con ello la recarga media a los mantos acuíferos. El impacto es de naturaleza perjudicial y con una clasificación de moderado considerando que derivado de la modificación de la calidad del suelo por la colocación de la carpeta asfáltica de manera indirecta se afecta la capacidad de infiltración y por ende la recarga media a los acuíferos, la extensión se considera extensa, tomando en cuenta que esto se realizara en la totalidad del proyecto. Se considera permanente, irreversible, simple y mitigable.
CO-26 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Microclima). De manera general la carpeta asfáltica provocara un aumento en la temperatura del microclima en la longitud total de los trazos a modernizar. Este impacto es de naturaleza perjudicial derivado de la afectación al microclima, se considera extenso en términos de la longitud del proyecto, se manifestará de manera inmediata, tendrá una persistencia permanente, será irreversible, simple, indirecto, irregular y mitigable de 1 a 10 años.
OP-05 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Abundancia de fauna). Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia moderada, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar “recuperar” individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

V.5. Impactos acumulativos

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de “línea base o cero”. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el sistema ambiental regional, es importante que el consultor identifique los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con lo que el proyecto interactúa. En este sentido para identificar los impactos acumulativos se tomó en cuenta:

- Los efectos de actividades pasadas y presentes y futuros que han modificado a los ecosistemas de la región.
- Los cambios predecibles sobre el ambiente que podrían razonablemente esperarse del proyecto propuesto, en combinación con las otras actividades humanas en la Regin ecológica.
- Evaluación de la suma total de alteraciones similares a aquéllas relacionadas con el proyecto propuesto, independientemente de su origen.

Cuadro 14. Impactos acumulativos para el proyecto

PS-02 (Actividad Desmonte sobre el Factor Uso de suelo). Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones de la RE toda vez que, en la RE, AI y AP usos de suelo agrícolas, pastizal inducido, vegetación de selva baja caducifolia y asentamientos humanos. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación secundaria de bosque de pino-encino y vegetación secundaria bosque de encino para un total de 8.2524 ha. Lo anterior incide en la perdida de uso de suelo de vegetación forestal a nivel de la RE reduciendo superficies naturales o que proveen algunos servicios ambientales y aumentando el uso de suelo sin vegetación aparente, sin embargo, se reitera que se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Restauración Forestal.
PS-12 (Actividad Desmonte sobre el Factor Abundancia de la vegetación). Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones de la RE toda vez que, en el RE, AI y AP usos de suelo agrícolas, pastizal inducido, vegetación de selva baja caducifolia y asentamientos humanos. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal particularmente de vegetación secundaria de bosque de pino-encino y vegetación secundaria bosque de encino para un total de 8.2524 ha. La remoción de individuos derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas, herbáceo y enredaderas. Sin embargo, se reitera que se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Restauración Integral.
PS-13 (Actividad Desmonte sobre Factor Distribución de la vegetación). Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones de la RE toda vez que, en la RE, AI y AP usos de suelo agrícolas, pastizal inducido, vegetación de selva baja caducifolia y asentamientos humanos. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo

en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal particularmente de vegetación secundaria de bosque de pino-encino y vegetación secundaria bosque de encino para un total de 8.2524 ha. La remoción de individuos derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas, herbáceo y enredaderas. El desmonte no solo elimina plantas, sino que también altera el hábitat en el que crecen, esto puede incluir cambios en el suelo, la disponibilidad de luz solar, la humedad y otros factores que son esenciales para el crecimiento y la supervivencia de las plantas. Sin embargo, se reitera que se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Restauración Integral.

La modernización del camino a tipo D pavimentado, es un beneficio para las localidades vecinas y el municipio de San Martin Peras, ya que mejora la infraestructura carretera y brinda mayor seguridad para un tránsito vehicular necesario para el intercambio de bienes y servicios, social y económicamente es un proyecto necesario para mejor la calidad de vida de los habitantes de las localidades involucradas.

El proyecto tendrá impactos ambientales significativos, afectando principalmente a la selva baja caducifolia. El cambio de uso de suelo impactará particularmente de vegetación secundaria de bosque de pino-encino y vegetación secundaria bosque de encino para un total de 8.2524 hectáreas, poniendo en riesgo a la fauna local catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para mitigar estos daños, se implementarán diversas medidas, como el rescate y reubicación de especies, la creación de pasos de fauna para asegurar su movimiento, y la protección del suelo y el agua para evitar la erosión y la contaminación. Además, se realizarán trabajos de reforestación para recuperar las áreas afectadas.

V.6. Pronostico del escenario

Para el desarrollo del presenta capítulo se ha considerado la identificación de impactos potenciales del proyecto que hayan resultado de la evaluación de impactos así como tomando como referencia el análisis del sistema ambiental regional presentado en el Capítulo III.

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente Cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

Cuadro 15. Criterios cualitativos para el Pronósticos de los escenarios del proyecto

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

Además, se toma en cuenta la descripción de los posibles escenarios para cada componente ambiental sin proyecto, con proyecto y sin la implementación de medidas, y con el proyecto con medidas (Véase Cuadro 2)

Cuadro 16. Pronósticos de los escenarios para el proyecto

Suelo		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
La carta del INEGI señala que la totalidad de la superficie de la Región Ecológica, AI y AP está cubierta por Litosol. Este tipo de suelo se caracteriza por ser poco desarrollado, con una profundidad menor o igual a 30 cm antes de llegar al contacto lítico. Debido a la topografía accidentada y la lenta meteorización del material original, los litosoles presentan alta susceptibilidad a los procesos erosivos y varían en color, textura y contenido orgánico según la roca subyacente. Finalmente, la evaluación de degradación revela que el 100% de la RE, AI y AP padece de erosión hídrica con deformación del terreno en un grado moderado, siendo el sobrepastoreo la causa principal. La erosión hídrica remueve la capa superficial, nutrimentos y materia orgánica, generando canales y cárcavas que canalizan grandes volúmenes de agua y arrastran sedimentos hacia ríos y presas, ocasionando problemas de azolvamiento y contaminación fuera del sitio de origen	Las actividades de preparación del sitio implican el cambio de uso de suelo en todas aquellas áreas en las que según el diseño del proyecto sea necesario derivando en afectaciones al suelo por el desmonte y despalme por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, ejecutar el proyecto sin las medidas adecuadas provocaría un aumento en la intensidad de los impactos ambientales descritos sobre el suelo que podrían provocar su deterioro y en un caso extremo se potencializaría la perdida de las características de este componente en áreas fuera del diseño del proyecto o su derecho de vía. Es importante recalcar que es necesario colocar carpeta asfáltica sobre el trazo del proyecto, lo que provocara una compactación y la presencia de un material que no permitirá la infiltración al suelo cambiando totalmente las características de la capa superficial del mismo, en este sentido el no realizar las actividades referentes a compactación y asfaltado podría derivar en contaminación al suelo por un mal manejo de materiales y/o residuos en áreas que no se contemplaba modificar (nótese que se trata solo de la superficie a modernizar en el ancho de corona.	El desarrollo del proyecto con las respectivas medidas puede llevar al mismo a la sustentabilidad. Si bien la naturaleza del proyecto no conlleva el aprovechamiento de recursos del suelo y subsuelo, se afectará necesariamente en aquellas zonas que se destinen a la adecuación del trazo. El tomar en cuenta las medidas generales previene el deterioro inmediato y descontrolado del suelo dado la actividad de desmonte y despalme. El eficiente manejo y control de sustancias, materiales e insumos minimizarán las probabilidades de potenciales derrames que, aunque la naturaleza del proyecto no prevé una gran cantidad de estos, es importante tomar en cuenta el peor caso. El adecuado manejo de residuos minimizara la contaminación del suelo a causa de estos. Como se ha mencionado, la modernización del proyecto consta básicamente de adecuaciones del trazo y asfaltado, en este sentido realizar las actividades contempladas con la ejecución de las medidas de mitigación pertinentes provocara impactos ambientales solo en áreas controladas, ubicadas y especificas con lo cual podrán establecerse las medidas de compensación y/o restauracion necesarias.

Suelo		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
		En cuanto a las medidas que mitigan el impacto se encuentran las actividades de reforestación, las actividades de restauración y el control de la erosión con el establecimiento de terrazas individuales.

Geología y geomorfología		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
En materia geológica, se identificó la presencia de rocas sedimentarias, extrusivas y metamórficas en la RE, destacando una clara predominancia del tipo metamórfico (metasedimentario) con un 76.59%, seguido por rocas sedimentarias como el conglomerado poligénico-limolita (19.99%) y la arenisca-lutita (0.50%), así como rocas extrusivas como la riolita (3.41%). En contraste, el 100% de la superficie correspondiente al AI y al AP está conformada exclusivamente por rocas de tipo metamórfico. Las rocas presentes se clasifican según su origen. Las ígneas extrusivas son producto del enfriamiento rápido de magma o material piroclástico en la superficie. Las rocas sedimentarias provienen del proceso de litificación (erosión, transporte, depósito y	Ejecutar el proyecto sin las debidas medidas provocaría pérdidas económicas dadas por la inadecuada cimentación o adecuación del terreno, además no implementar las medidas podría también resultar en una mala preparación del sitio lo que podría afectar de más el relieve (dentro y fuera de las áreas destinadas a la modernización del proyecto) y también podría potencializarse la ocurrencia de accidentes.	Ejecutar el proyecto con las medidas pertinentes fomentara que se logre una adecuada preparación del sitio, particularmente en los movimientos de tierra modificando el relieve de manera paulatina. Realizar los trabajos de movimientos de tierra con las medidas adecuadas se traduce en las menores pérdidas económicas para este caso y la reducción de accidentes.

Geología y geomorfología		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
compactación) de sedimentos a presiones y temperaturas bajas. Por su parte, las rocas metamórficas surgen por la transformación en estado sólido de unidades preexistentes bajo cambios de presión, temperatura o acción química, originadas por procesos de metamorfismo regional, de contacto o dinámico.		

Hidrología		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) presenta un 100% de incidencia con el acuífero Tlapa-Huamuxtitlán (clave 1201), el cual abarca una superficie total de 9,285.9616 ha en la RE, 1,004.2342 ha en el AI y 26.6115 ha en el AP. El 100% de la RE (9,285.9616 ha), el AI (1,004.2342 ha) y el AP (26.6115 ha) se ubica en la Región Hidrológica No. 18 Balsas. El proyecto, en la totalidad de la RE, AI y AP, se localiza en la cuenca hidrológica Río Tlapaneco (RH18E). Esta cuenca tiene una superficie de aportación de 4,981.53 km² y se extiende desde el nacimiento del Río Tlapaneco en las sierras de Coicoyán y Malinaltepec hasta la estación hidrométrica Ixcamilpa. Asimismo, el 100% de la superficie de las tres áreas corresponde a la subcuenca hidrológica R. Coycoyan (RH18Ec), la cual define la superficie de terreno cuyas escorrentías fluyen hacia un curso de agua determinado. En la RE, AI y AP se identifican dos microcuencas FIRCO: Ahuajutia (Ahuejutla) (clave 18-073-02-016), que abarca el 64.80% de la RE (6,017.27 ha), el 60.49% del AI (607.43 ha) y el 60.49% del AP (16.0973 ha); y San Martín Peras (clave 18-073-02-026), que cubre el 35.20% de la RE (3,268.70	Es reconocido que una de las principales causas de deterioro prematuro de la infraestructura vial es el exceso de agua en el suelo o en la estructura misma de la carretera. Si el proyecto se desarrollase sin la construcción de obras de drenaje se podría provocar daños a la vialidad que se traducen en costos económicos por la necesidad de dar mantenimiento a la misma en un corto periodo de tiempo al que se pudiera tener contemplado la ejecución de las adecuaciones necesarias, además de que sin las obras de drenaje pertinentes se podría provocar la contaminación de los cuerpos de agua presentes o cercanos al área del proyecto por los residuos de combustibles y basura generada por el tránsito vehicular y los usuarios	El proyecto contempla desde su diseño y también como medida de mitigación la construcción de 18 obras de drenaje menor por lo que la escorrentía que actualmente se presenta en el sitio tendrá una ligera redirección sin que sea modificada o impedida en su totalidad. El desarrollo del proyecto con la construcción de obras de drenaje permitirá la operación de la vialidad minimizando daños por desgaste debido al intemperismo provocado por lluvias o escorrentía.

Hidrología		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
ha), el 39.51% del AI (396.81 ha) y el 39.51% del AP (10.5142 ha). De acuerdo con la Red Hidrológica del INEGI (escala 1:50,000), en el área del proyecto se identifican escurrimientos perennes e intermitentes. El Río Coicoyán destaca como la única corriente de tipo perenne, un afluente de la región Mixteca conocido por sus crecidas estacionales que nace en las colinas de Metlatónoc y presenta intersecciones con los ejes del trazo. Por su parte, los escurrimientos intermitentes funcionan como tributarios que drenan hacia dicho río durante la temporada de lluvias. En la zona del proyecto se registran 10 escurrimientos en el tramo Troncal (2 perennes y 8 intermitentes) y 6 en el Libramiento (1 perenne y 5 intermitentes), sumando un total de 16 interacciones.		

Aire		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
Actualmente el trazo del proyecto se encuentra con las especificaciones de un camino de terracería por lo que existe dispersión de polvos y partículas derivado del tránsito local o por corrientes de aire. No existen fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmosfera.	Si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se estarían alterando de manera puntual la calidad del aire por el levantamiento de polvos y partículas principalmente. Por otro lado, se considera que, si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se incrementarían los niveles de ruido en la región de manera puntual.	Para mitigar la generación y dispersión de polvos, se realizará un mantenimiento a los equipos que potencialmente fueran a utilizarse, además las actividades se llevaran a cabo paulatinamente. Si bien las emisiones y el levantamiento de partículas por la preparación del sitio para el proyecto se consideran mínimas, con las medidas ese nivel podría mantenerse por debajo, garantizando una disminución a la afectación al componente ambiental. Se pronostica que las condiciones de la calidad del aire y de ruido se modifiquen, de acuerdo al comportamiento que tendría el sistema ambiental sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de mitigación propuestas, se espera la minimización de los impactos en este componente.

Flora		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
El análisis florístico evaluó dos tipos de vegetación representativos bajo un desglose por estratos (arbóreo, arbustivo, epífito y herbáceo), utilizando los índices de diversidad de Shannon (H´) y equitatividad de Pielou (J´). A. Bosque de Quercus (VS/BQ) • Estrato Arbóreo: Presenta una diversidad baja en las tres escalas evaluadas (RE = 0.589; AI = 0.328; AP = 0.268). Este fenómeno se debe a una marcada hiperdominancia de Quercus rugosa y Quercus magnoliifolia. No obstante, la equitatividad en la RE es notablemente homogénea (J' = 0.850), contrastando con la marcada dominancia de pocas especies a nivel local (AP y AI). • Estrato Arbustivo: Muestra una tendencia homóloga al arbóreo, con una diversidad críticamente baja condicionada por la dominancia de los mismos taxones de Quercus. La estructura de abundancias es altamente homogénea en la RE (J' = 0.92), pero se sesga significativamente al acercarse al AP. • Estrato Epífito: La escasez de registros impidió el cálculo en la RE y el AP. Únicamente el AI aportó datos suficientes, reflejando una diversidad baja (H' = 0.673) pero con una equidad sobresaliente (J' = 0.971), indicando comunidades estables pero con baja riqueza. • Estrato Herbáceo: Registra diversidad baja en todo el gradiente espacial (AP= 0.693 a RE = 0.562). Sin embargo, a diferencia de los estratos leñosos, la	Las actividades de desmonte y el despalme del terreno constituyen las actividades que más afectan de manera directa a este componente. Sin medidas de mitigación se generaría un deterioro a la vegetación presente en los predios, inclusive podría afectarse vegetación que no pertenece a la delimitación del diseño de este lo que provocaría una afectación a otros factores como el suelo y la fauna.	El retiro de la cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto será de forma gradual para evitar la exposición innecesaria de terreno desmontado. Todas las áreas que serán afectadas por desmonte y despalme deberán estar debidamente delimitadas y se realizarán los trabajos indicados únicamente donde se deban realizar, garantizando la presencia de un área sin afectación. Los trabajos se realizarán de manera tal que se pueda garantizar la menor perturbación a la vegetación no considerada para retirarla. Se deberán llevar a cabo las medidas de compensación y/o restauración para este componente en áreas cercanas. Para mitigar y compensar los impactos ambientales producidos en la vegetación se propone en primera instancia la ejecución del rescate y reubicación de individuos vegetales, enfocado en aquellas especies de lento crecimiento, distribución restringida, y aquellas que se encuentren en la NOM-059. También, se promoverá el desarrollo de vegetación nativa en las áreas aledañas al proyecto mediante actividades de reforestación, y se reutilizará el material vegetal resultante del CUSTF. Aunado a lo anterior, el trazo del camino ha sido debidamente planeado y será realizado de acorde

Flora		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
equitatividad es alta y balanceada (J' > 0.81 en todas las escalas), lo que demuestra un reparto saludable y sin dominancias críticas entre las especies herbáceas registradas. B. Bosque de Pino-Encino (VS/BPQ) • Estrato Arbóreo: Exhibe una diversidad baja en general, aunque con una ligera recuperación en la RE (H' = 1.175) y el AP (H' = 1.077). La equitatividad es de moderada a baja (AI = 0.358; AP = 0.554), lo que confirma que la distribución de los individuos se encuentra sesgada por elementos dominantes del dosel. • Estratos Arbustivo y Epífito: Ambos manifiestan una diversidad baja en las tres áreas; sin embargo, sostienen una equidad media (Pielou aprox 0.56 - 0.77). Esto traduce un reparto de abundancias biológicamente aceptable dentro del ecosistema forestal. • Estrato Herbáceo: Sostiene valores de diversidad bajos en términos generales, con un pico relativo en el AI (H' = 2.163). Destaca la equidad en la RE (J' = 0.902) y el AI ($J' = 0.940$), donde la abundancia se distribuye de forma casi idéntica entre los taxones presentes, mientras que a escala local (AP) la comunidad se vuelve más asimétrica (J' = 0.532).		a la normatividad ambiental aplicable para garantizar que la afectación sea mínima.

<table>
<tr><th colspan="3">Fauna</th></tr>
<tr><th>Escenario actual</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</th><th>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</th></tr>
<tr>
<td>De acuerdo con los cálculos de Índice de diversidad de Shannon, la avifauna presenta en las tres unidades de análisis (AP, AI y RE una diversidad media normal), la mastofauna y la herpetofauna presentan valores bajos de diversidad es decir por debajo de 2.
<table>
<tr><th rowspan="2">Parámetro</th><th colspan="4">GRU</th></tr>
<tr><th colspan="3">AVES</th><th></th></tr>
<tr><th>AP</th><th>AI</th><th>RE</th><th>AP</th></tr>
<tr><td>Riqueza específica (S)</td><td>30</td><td>24</td><td>25</td><td></td></tr>
<tr><td>Abundancia</td><td>156</td><td>103</td><td>109</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Índice de Shannon-Wiener (H)</td><td>2.84</td><td>2.8</td><td>2.79</td><td>1.</td></tr>
</table>
En cuanto a la avifauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más alto en AP (2.84) y el más bajo en RE (2.79), entre los que hay una diferencia de 5 centésimas, por lo cual podemos decir que la diversidad entre unidades es prácticamente igual. En cuanto a la mastofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.1) y el más alto en RE (1.7). En cuanto a la herpetofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.53) y el más alto en AI (1.93).</td>
<td>La principal actividad del proyecto que podrá afectar a la fauna es el desmonte y despalme del terreno. Por otra parte, la distribución natural de los grupos faunísticos terrestres se verá desplazada hacia fuera del área contemplada para las obras, al darse la modificación del hábitat y por las actividades del proyecto algunas de ellas generadoras de ruido.
Por otro lado, las actividades de desmonte y despalme sin una apropiada ejecución de medidas de rescate pondrían en riesgo a los individuos de lento desplazamiento o a crías de diferentes especies SOLO EN CASO DE QUE DICHOS EJEMPLARES SE ENCUENTREN EN LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.</td>
<td>Con el propósito de que la perturbación a la fauna se limite a las superficie a ocupar por el proyecto, se contempla la preparación y ejecución de medidas encaminadas a la no perturbación de la fauna, para que previo y desde la etapa de preparación del sitio, se rescate y trasladen los individuos de lento desplazamiento hacia las afueras de la superficie de proyecto, así como un programa de desmonte gradual, bajo la supervisión de un técnico ambiental que permita el desplazamiento de las especies sin dañarlas.
Así mismo, quedará estipulado que todos los empleados del proyecto tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestre, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.
Se pronostica que con las actividades del proyecto la distribución de la fauna actual se vea levemente modificada, de acuerdo al comportamiento que tendría el AP sin proyecto; sin embargo, tras</td>
</tr>
</table>

Fauna		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
		aplicar las medidas de prevención propuestas, no se prevé una mayor incidencia del proyecto sobre el componente ambiental.

Socioeconómico		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
De acuerdo con datos del CONEVAL, San Martin Peras, cuenta con un Grado de Marginación Muy Alto, 97.8% de la población se encuentra en Pobreza De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del 2020, la población económicamente activa del municipio corresponde al 25.8 % del cual, el 73.9 % corresponde a hombres y el 26.1 % a mujeres. Al respecto de la población que no es económicamente activa se encuentra en un 73.8 %, la mayor proporción corresponde a las personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, le siguen los estudiantes, las personas con limitaciones físicas o mentales y finalmente los pensionados.	Para el caso específico de este componente no se consideran medidas de mitigación debido a que la naturaleza de los impactos identificados y evaluados es positiva. El escenario de la implementación del proyecto contempla los siguientes objetivos: • Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar artículos varios • Proveer de una vía de acceso pavimentada y en buenas condiciones que evite la apertura de brechas en lugares inadecuados o de cubierta vegetal importante • Detonar el crecimiento socio-económico de la región con la provisión de una vialidad más adecuada para disminuir los tiempos de traslado • Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.	

Paisaje		
Escenario actual	**Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación**	**Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación**
La calidad visual del paisaje a nivel local es "**Baja**". En términos descriptivos, el área del proyecto se caracteriza por una expansión de asentamientos urbanos dispersos en diversas colonias y agencias, lo cual ha derivado en la creación de una red de caminos de acceso capilares. A esta configuración se integran terrenos destinados a actividades agropecuarias, así como zonas con pérdida de cobertura vegetal producto del abandono y la degradación de los suelos. Este proceso de antropización se extiende al Área de Influencia (AI) y al Sistema Ambiental Regional (SAR), donde persiste el crecimiento de los asentamientos humanos y el libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino. Adicionalmente, en las proximidades del cauce del río Coicoyán, se identificaron sitios de extracción de material pétreo aprovechados por la población local. Este escenario configura un paisaje altamente antropizado, donde la vegetación forestal de pino y encino ha quedado reducida a relictos confinados en las zonas de mayor altitud y difícil acceso.	El desmonte significa una modificación indirecta al paisaje local. Afectando la calidad del paisaje por el retiro de la vegetación en el sitio durante la etapa de preparación del sitio. Así mismo, la instalación de patios de maquinaria, los remanentes de material de construcción, así como los desechos originados por los trabajadores sin una adecuada disposición y manejo pueden afectar al paisaje. En este contexto, se reconoce, que el cambio de uso del suelo constituye una importante amenaza a corto y mediano plazo para la persistencia de especies de flora y fauna y se prevé que tengan un gran impacto sobre la biodiversidad a futuro. Razones por las cuales si se lleva a cabo el proyecto sin las medidas adecuadas de mitigación y compensación podrían afectar gravemente al ecosistema y los servicios ecosistémicos que ofrece.	El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural. El presente proyecto está constituido por diversos programas que contienen medidas de mitigación y compensación ante los posibles impactos ambientales que se deriven de la ejecución del proyecto, por lo que su aplicación y seguimiento contribuirán a mantener la estabilidad ecológica del sitio evitando se presente impactos severos en el mismo

El resultado de la valoración cualitativa se presenta en el cuadro siguiente y la gráfica subsecuente:

Cuadro 17. Resultado de la valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto

Componente	Factor ambiental	Sin proyecto	Proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
Suelo	Tipo de Suelo	3	2	3
	Uso de Suelo	3	2	3
	Procesos Erosivos	3	2	3
	Calidad del Suelo	3	2	3
Geología y geomorfología	Relieves	3	2	3
Hidrología superficial	Cauces	3	2	3
	Calidad del agua superficial	3	2	3
	Recarga media	3	2	3
Aire	Calidad del aire	3	2	3
	Microclima	3	2	3
	Ruido y vibraciones	3	2	3
Fauna	Abundancia de fauna	3	2	3
	Distribución de fauna	3	2	3
Vegetación	Abundancia de la vegetación	3	2	3
	Distribución de vegetación	3	2	3
Socioeconómico	Servicios básicos	3	2	3
	Comunicaciones	3	2	3
	Empleo y activación económica	3	2	3
Paisaje	Calidad Visual	3	2	3

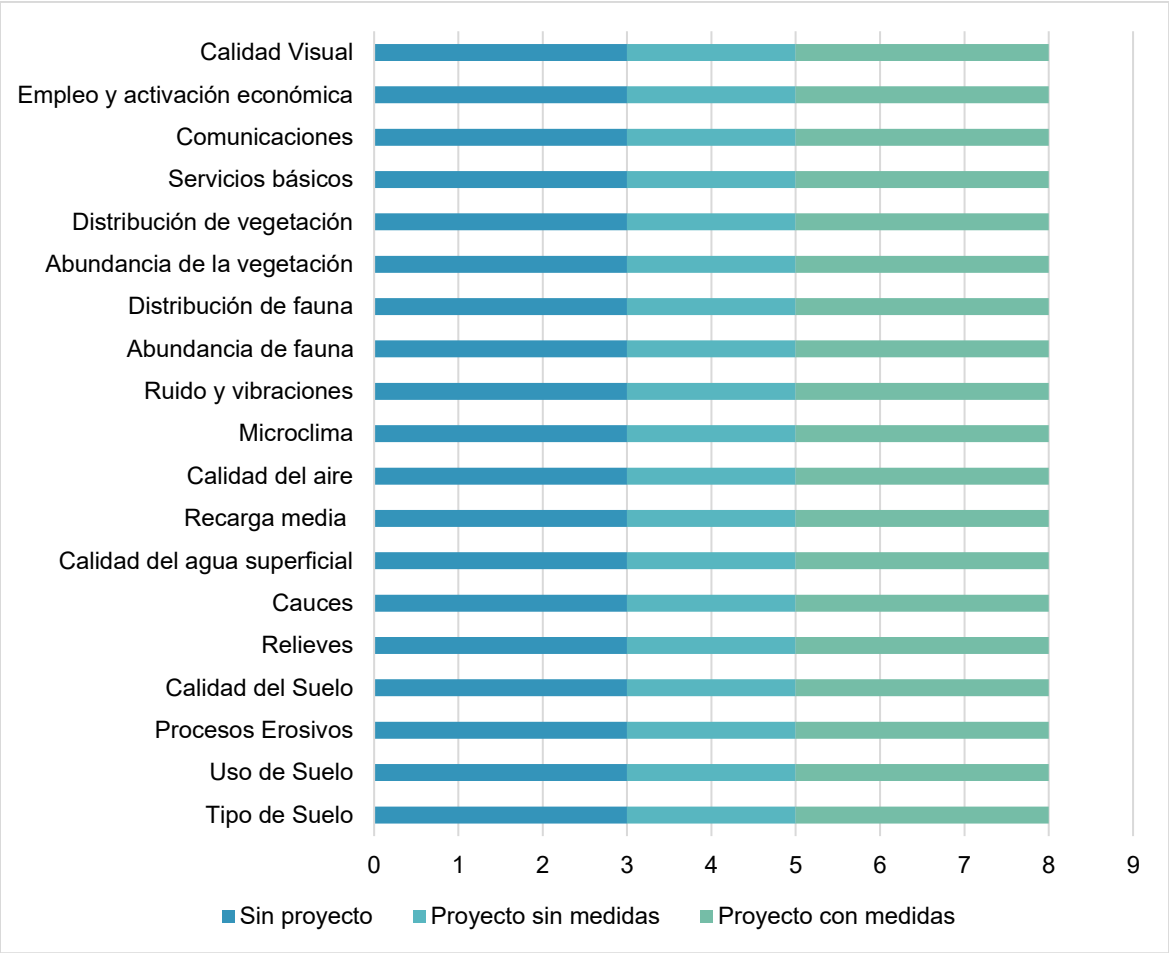


Figura 5. Grafica del resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto

Como se puede observar en la gráfica anterior de manera general se puede mencionar que los escenarios para los distintos periodos de tiempo se presentan sin cambio aparente en relación a la línea base, ya que en teoría las condiciones ambientales no sufrirán modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto, aunque por cuestiones ajenas a este, la calidad ambiental actual puede ser modificada en términos del uso de la tierra que los pobladores de la zona le dan hoy en día, tanto para desarrollo de las actividades ganaderas y de agricultura.

Las tendencias en los cambios ambientales se pueden ver claramente si el proyecto fuera ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes así, por ejemplo, el suelo sufrirá principalmente una pérdida importante de material edáfico en las etapas iniciales y que sería agravado a paso de los años. Donde podría notarse una mayor incidencia del proyecto al medio es sobre el componente vegetación debido al necesario retiro de ejemplares para la adecuación del trazo. Sin embargo, estos impactos y su importancia serían relevantes

ante la ejecución del proyecto siempre que no se tomen las medidas de mitigación que corresponden.

Analizando los posibles escenarios ante la ejecución del proyecto, pero considerando la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el capítulo VI, se puede decir que algunos factores ambientales tomarían una calidad similar a la actual como es el caso de la calidad del suelo, el paisaje, la vegetación, fauna y aire. Con la implementación de medidas el proyecto puede desarrollarse en un contexto donde se puede llegar a un estado funcional en términos ecológicos.

Cual sea la situación que contraiga la ejecución de la carretera, siempre es posible lograr ciertas mejorías en algunos factores importantes del ambiente cuando se aplican en los tiempos indicados las medidas de mitigación que se indican en los proyectos de cambio de uso de suelo.

V.6.1. Pronostico ambiental

Con base en la modelación matricial de Leopold y Conesa (que arrojó un total de 69 impactos potenciales: 62 negativos y 7 positivos), se realizó el análisis de su interacción con la dinámica propia de la Región Ecológica (RE). A continuación, se presenta la síntesis de cómo las actividades del Proyecto se integran y modifican los componentes ambientales preexistentes:

De manera general, las condiciones en el Área del Proyecto (AP) y su Región Ecológica (RE) han sido modificadas históricamente por actividades antropogénicas independientes al proyecto, como la ganadería extensiva, la agricultura de subsistencia, la apertura de brechas y la extracción de material pétreo en el río Coicoyán. En caso de no ejecutarse el proyecto (escenario sin proyecto), el deterioro ambiental continuará de forma paulatina por dichas actividades locales.

En el escenario de ejecución del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación, las tendencias de alteración serían significativas. Las actividades de desmonte, despalme y movimiento de tierras generarían una pérdida importante de material edáfico, incrementando los procesos erosivos en el suelo de tipo Litosol y provocando el arrastre de sedimentos hacia los 13 escurrimientos intermitentes y el cauce del río Coicoyán. Asimismo, la vegetación secundaria de Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino en el AP y la RE registraría la mayor afectación por la remoción de arbolado y epífitas asociadas, lo que a su vez desplazaría a la fauna silvestre e incrementaría el riesgo de atropellamiento de especies protegidas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, la vía general de comunicación ya se encuentra en operación desde hace más de 30 años, por lo que la fragmentación del ecosistema y la alteración de la dinámica lótica de las microcuencas Ahuejutla y San Martín Peras corresponden a un impacto asimilado

por la resiliencia de la RE. Las obras proyectadas se constriñen a la adecuación sobre la infraestructura existente, afectando únicamente los márgenes de la vía y realizando rectificaciones de curvas necesarias para la seguridad vial.

Al analizar el escenario del proyecto con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se prevé la contención y corrección de los impactos temporales en componentes como suelo, vegetación, fauna, agua, calidad del aire y paisaje, permitiendo que el AP y la RE mantengan un estado funcional en términos ecológicos. Aunque persistirán impactos residuales e irreversibles inevitables propios de la obra civil tales como la alteración del relieve por cortes geométricos, el sellado permanente del suelo bajo la carpeta asfáltica y la reducción puntual de la recarga media del acuífero Tlapa-Huamuxtitlán, estos serán compensados mediante los programas de rescate, reubicación y restauración ambiental.

Por otro lado, el proyecto generará un impacto positivo y permanente en el componente socioeconómico del municipio de San Martín Peras. Al mejorar la conectividad vial de la región, se reducirán en un 20% los tiempos de traslado, facilitando el acceso a servicios básicos de salud y educación, impulsando el comercio local y mejorando la infraestructura vial estatal y municipal en una zona catalogada con un Grado de Marginación Muy Alto.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ACUÍFEROS

SIMBOLOGÍA

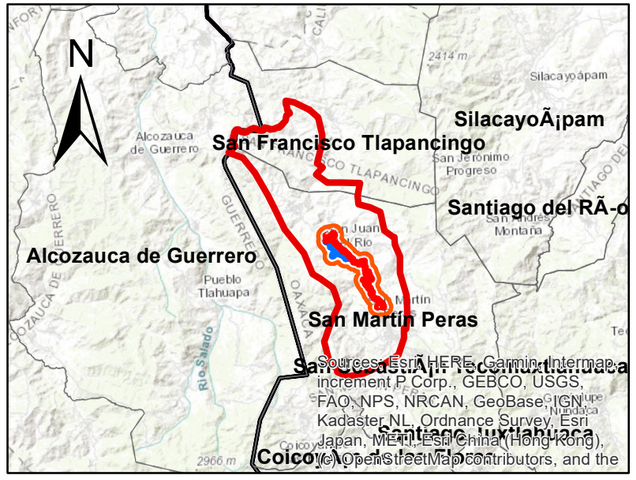
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Acuíferos

- Cuajinicuilapa
- Huajuapan de Leon
- Jamiltepec
- Juxtlahuaca
- Mariscala
- Papagayo
- Tlapa - Huamuxtitlan

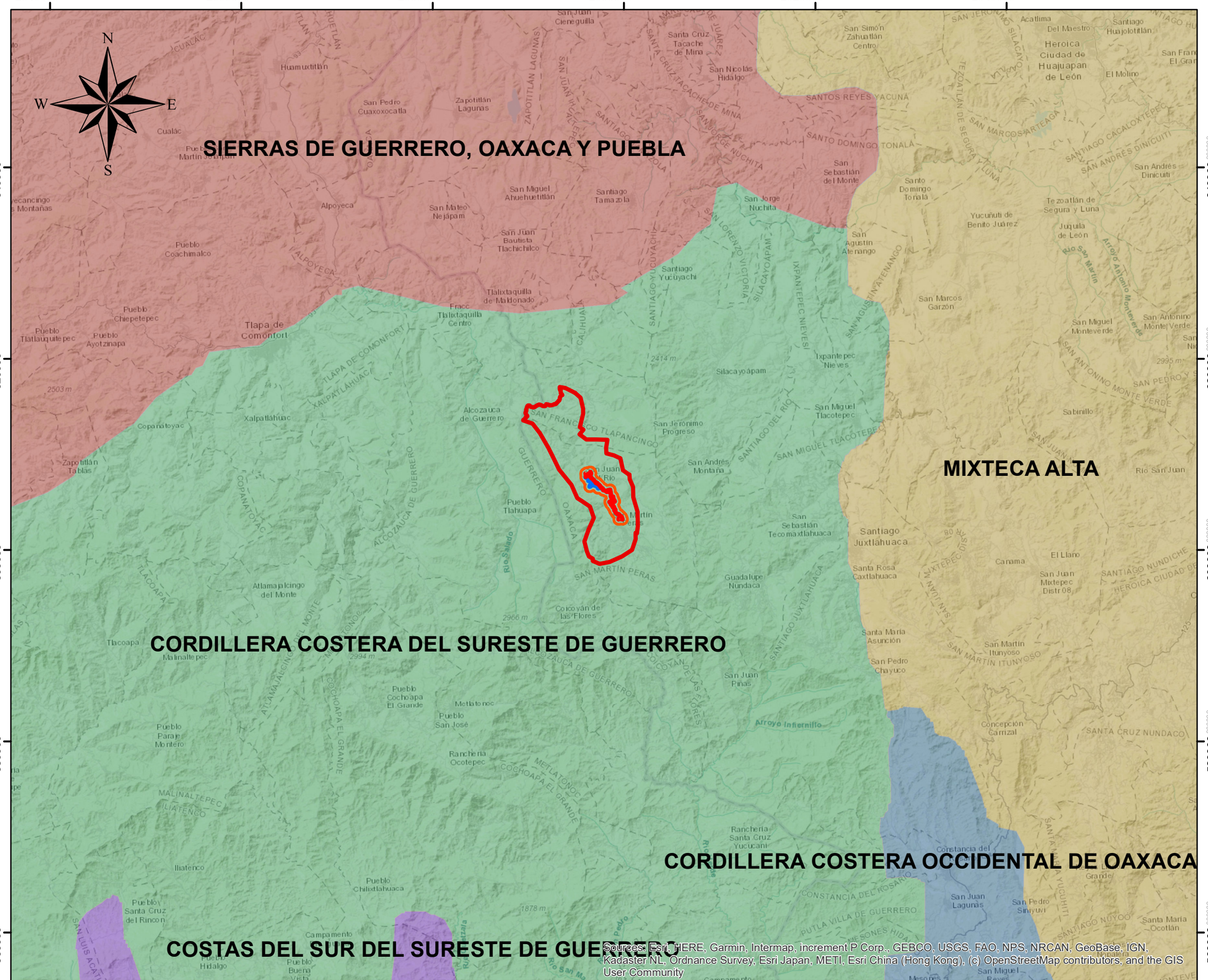


DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 3.5 7 14 21 28 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.



Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ÁREA DE ATENCION PRIORITARIA

SIMBOLOGÍA

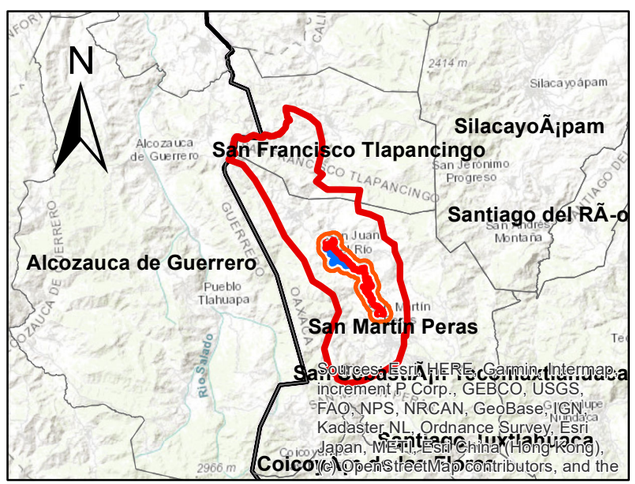
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Áreas de atención prioritaria

- CORDILLERA COSTERA DEL SURESTE DE GUERRERO
- CORDILLERA COSTERA OCCIDENTAL DE OAXACA
- COSTAS DEL SUR DEL SURESTE DE GUERRERO
- MIXTECA ALTA
- SIERRAS DE GUERRERO, OAXACA Y PUEBLA



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

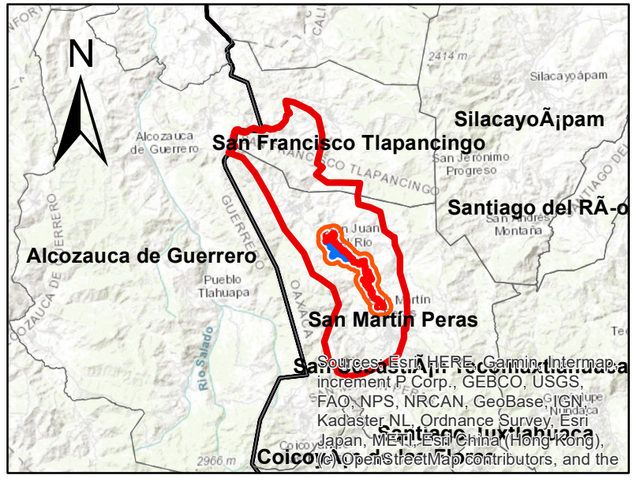
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- AICA



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

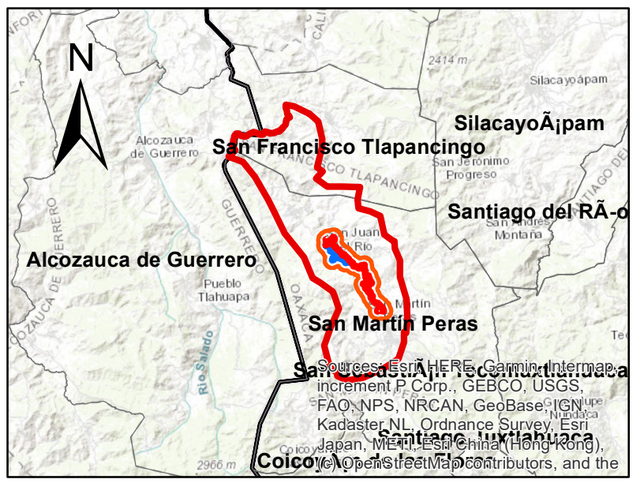
ÁREA DE INFLUENCIA

SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Legend



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ÁREA DE INFLUENCIA

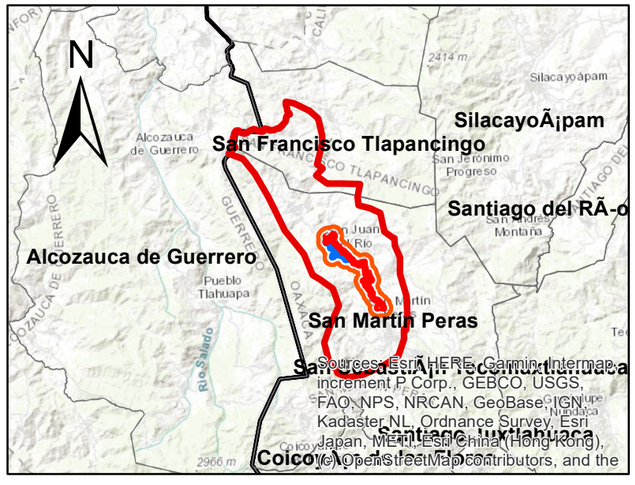
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Área de influencia



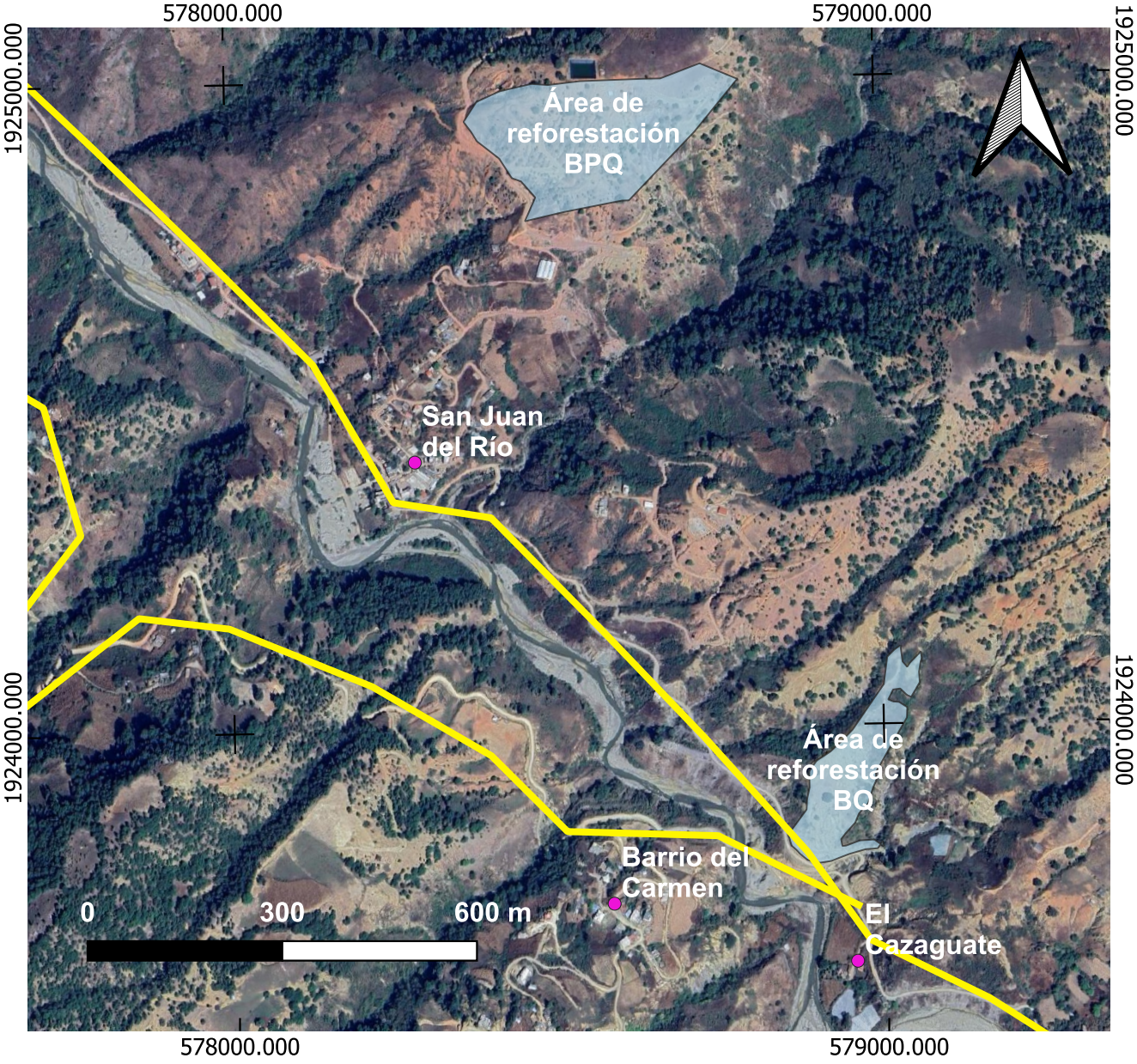
DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Modernización del E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca





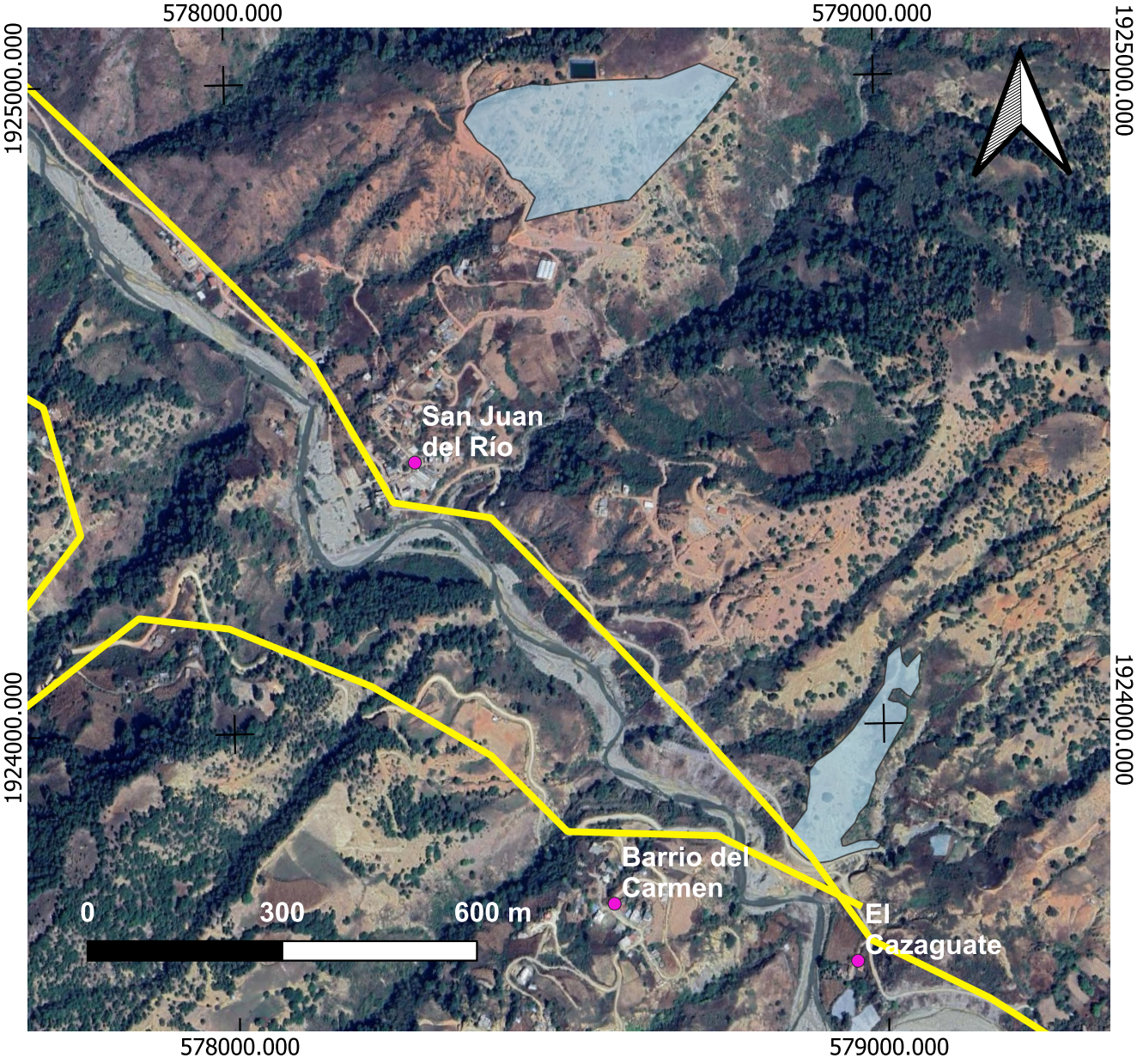


- Ubicación del proyecto
- Eje del proyecto
- Localidades
- Áreas de reforestación
- Estado de Oaxaca
- Municipio de San Martín Peras

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Proyección: Universal Transversal Mercator
Datum: World Geodesic System 84
Unidades: Metros
Sistema de coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14

Mapa : Áreas de reforestación

Modernización del E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca







- Ubicación del proyecto
- Eje del proyecto
- Localidades
- Áreas de reubicación
- Estado de Oaxaca
- Municipio de San Martín Peras

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Proyección: Universal Transversal Mercator
Datum: World Geodesic System 84
Unidades: Metros
Sistema de coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14

Mapa : Áreas de reubicación de ejemplares de flora

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN ESTATAL

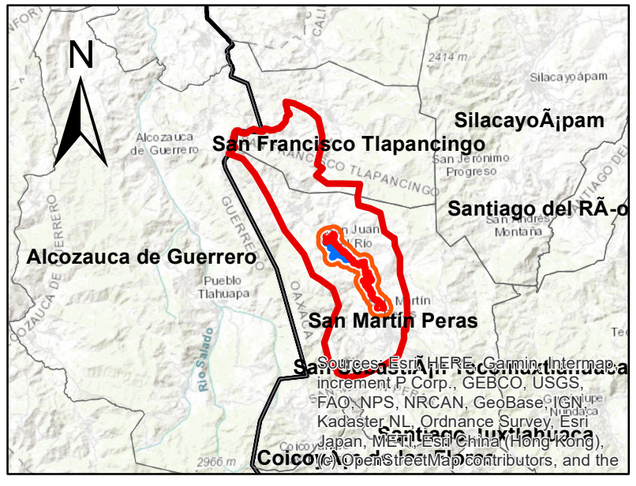
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- ANP Estatales



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL

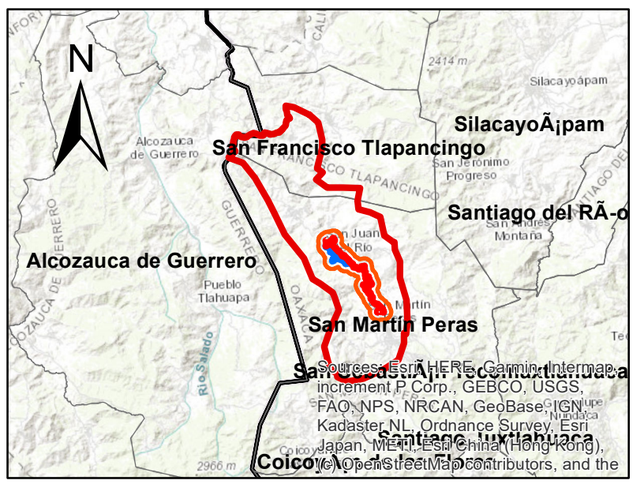
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- ANP Federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

CLIMA

SIMBOLOGÍA

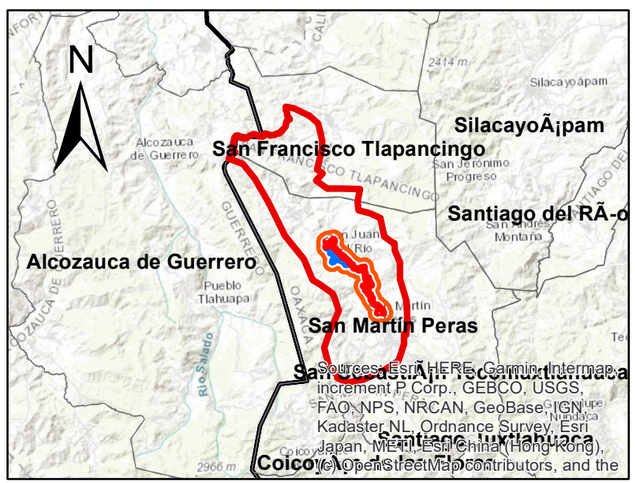
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Clima

- (A)C(w2)(w)
- A(C)w0(w)
- A(C)w1(w)
- A(C)w2(w)
- Aw0(w)
- Aw2(w)
- BS1(h')w(w)
- C(m)(w)
- C(w2)(w)



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

CORREDORES BIOLOGICOS

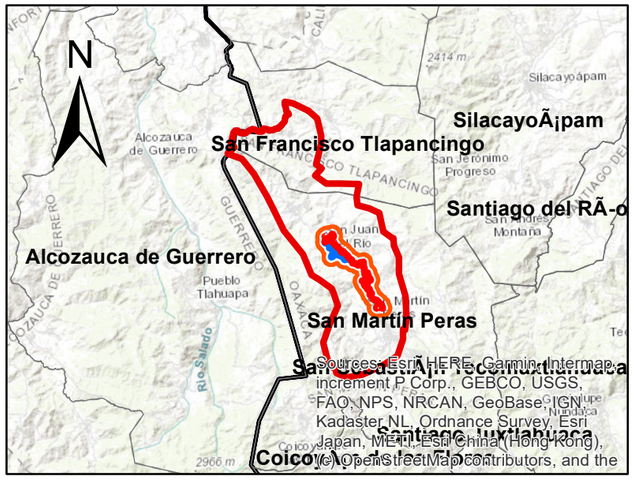
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Corresdores biológicos



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

CUENCAS HIDROLÓGICAS

SIMBOLOGÍA

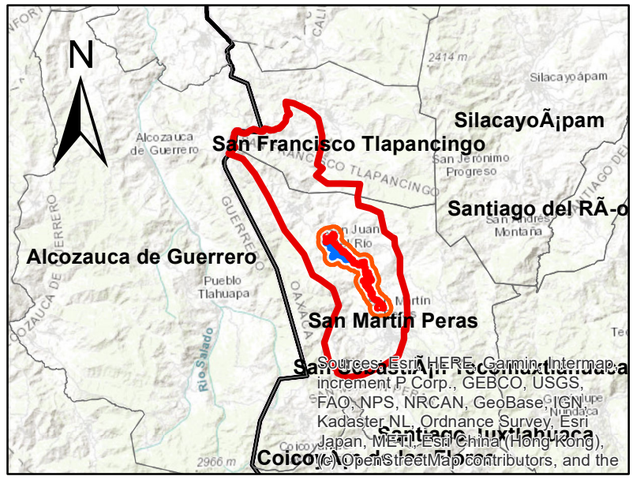
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Cuenca hidrológica

- R. ATOYAC
- R. BALSAS - MEZCALA
- R. NEXPA Y OTROS
- R. OMETEPEC O GRANDE
- R. PAPAGAYO
- R. TLAPANECO



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

DEGRADACIÓN DEL SUELO

SIMBOLOGÍA

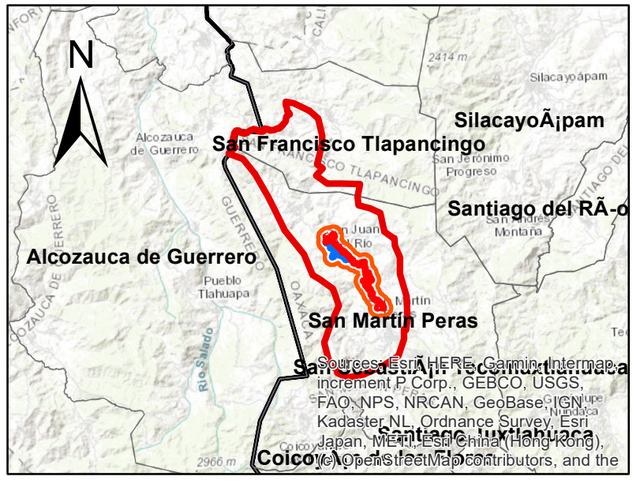
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

TIPO

- Degradación física por compactación
- Degradación física por disminución de la disponibilidad de agua
- Degradación física por encostramiento y sellamiento
- Degradación física por pérdida de la función productiva
- Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgán
- Degradación química por eutrofización
- Degradación química por polución
- Degradación química por salinización/alcalinización
- Efectos de la erosión hídrica fuera del sitio
- Erosión eólica con deformación del terreno por acción del viento
- Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento
- Erosión hídrica con deformación del terreno
- Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIONES POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO DE LADERAS

SIMBOLOGÍA

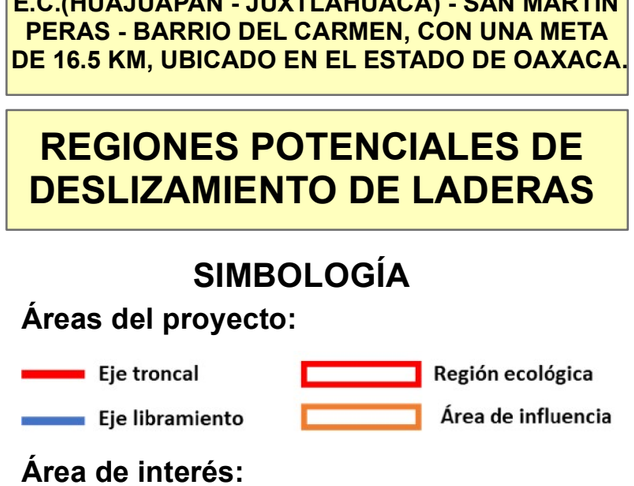
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

ZONA

- Potencial



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Potencial

Potencial

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

EDAFOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

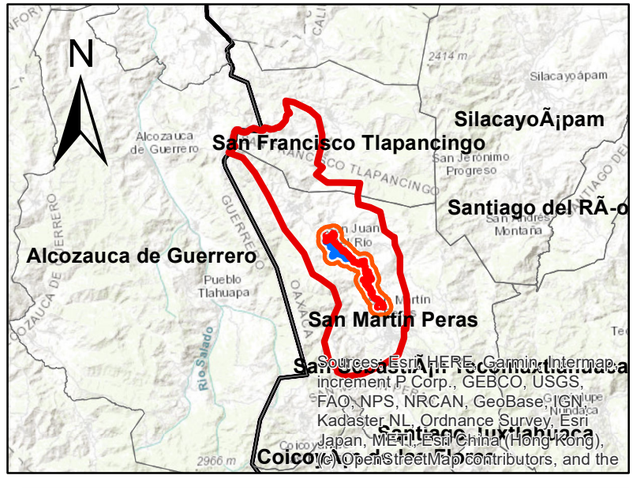
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Unidad edafológica

- LITOSOL
- REGOSOL CALCARICO
- REGOSOL EUTRICO



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2895000.000000 2900000.000000

608000.000000 604000.000000

N W E S

San Juan del Rio

Arroyo Coycoyan

2200 m 1800 m 1600 m

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

EJES DEL PROYECTO

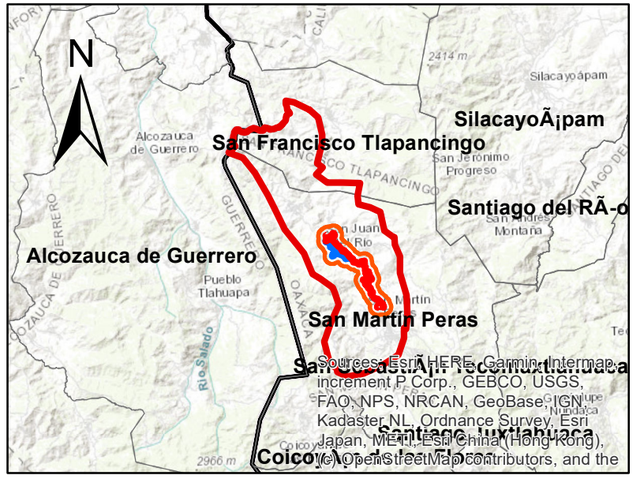
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Eje troncal
- Eje libramiento



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

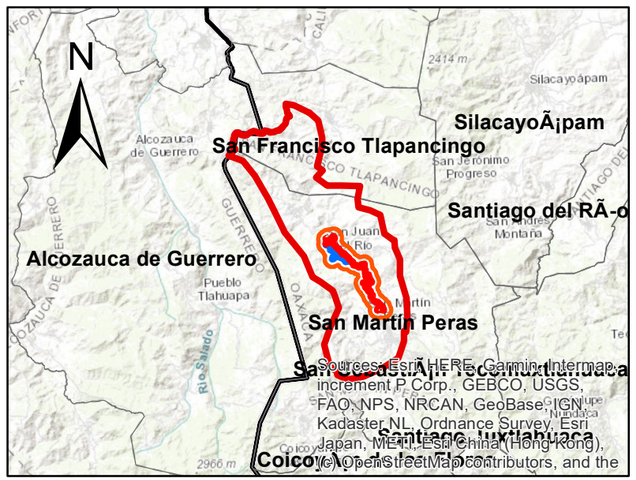
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Estaciones climatológicas



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

FALLAS Y FRACTURAS

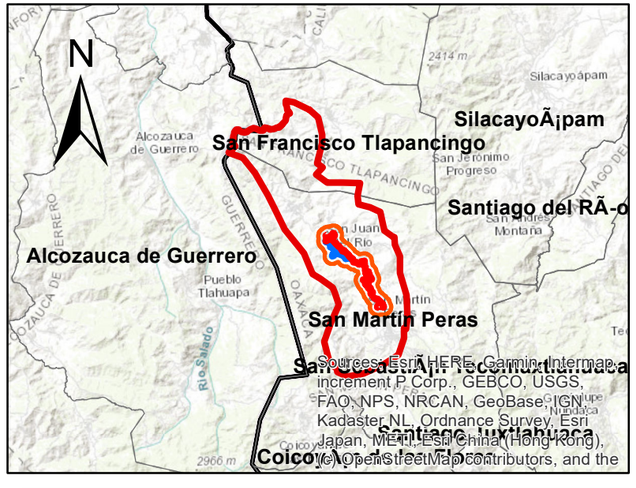
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Fallas y fracturas



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GEOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

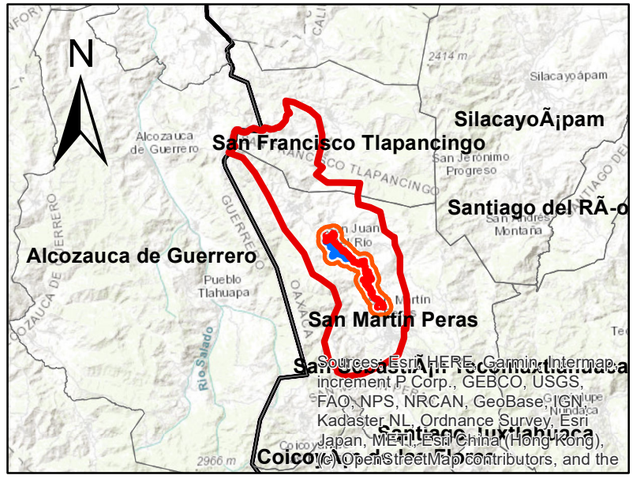
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Litología

- Aluvial
- Arenisca-Lutita
- Caliza
- Caliza-Lutita
- Caliza-Yeso
- Complejo metamórfico
- Conglomerado monogénico-Arenisca
- Conglomerado poligénico-Limolita
- Granito-Granodiorita
- Granitoide
- Granodiorita
- Metasedimentario
- Metavolcánico
- Riolita
- Toba andesítica-Andesita
- Toba riolítica
- Volcanosedimentaria-Yeso



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

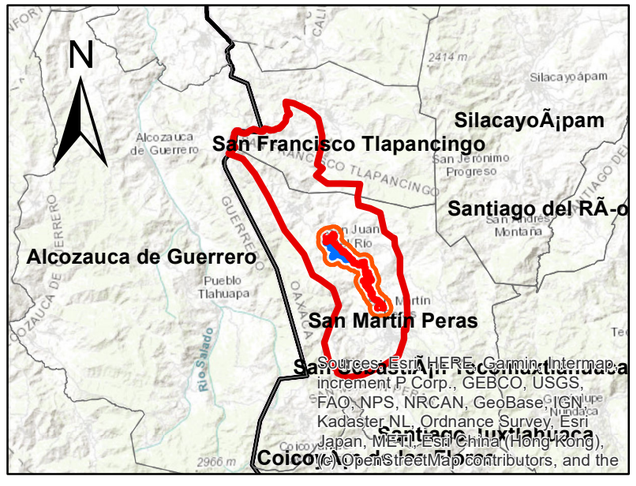
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Escurrimiento perenne
- Escurrimiento intermitente



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

LOCALIDADES Y CAMINOS CERCANOS

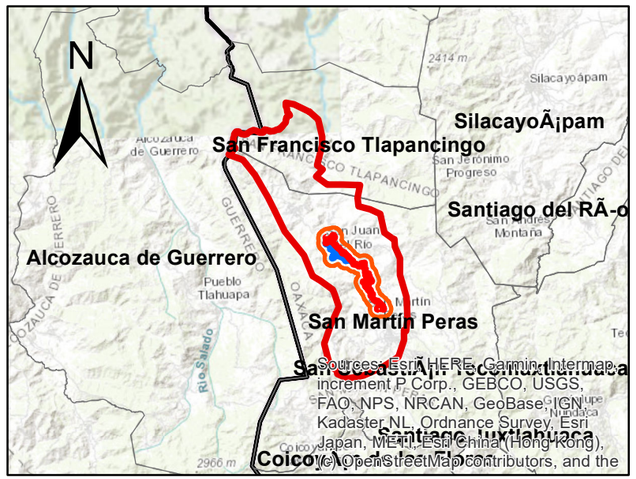
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

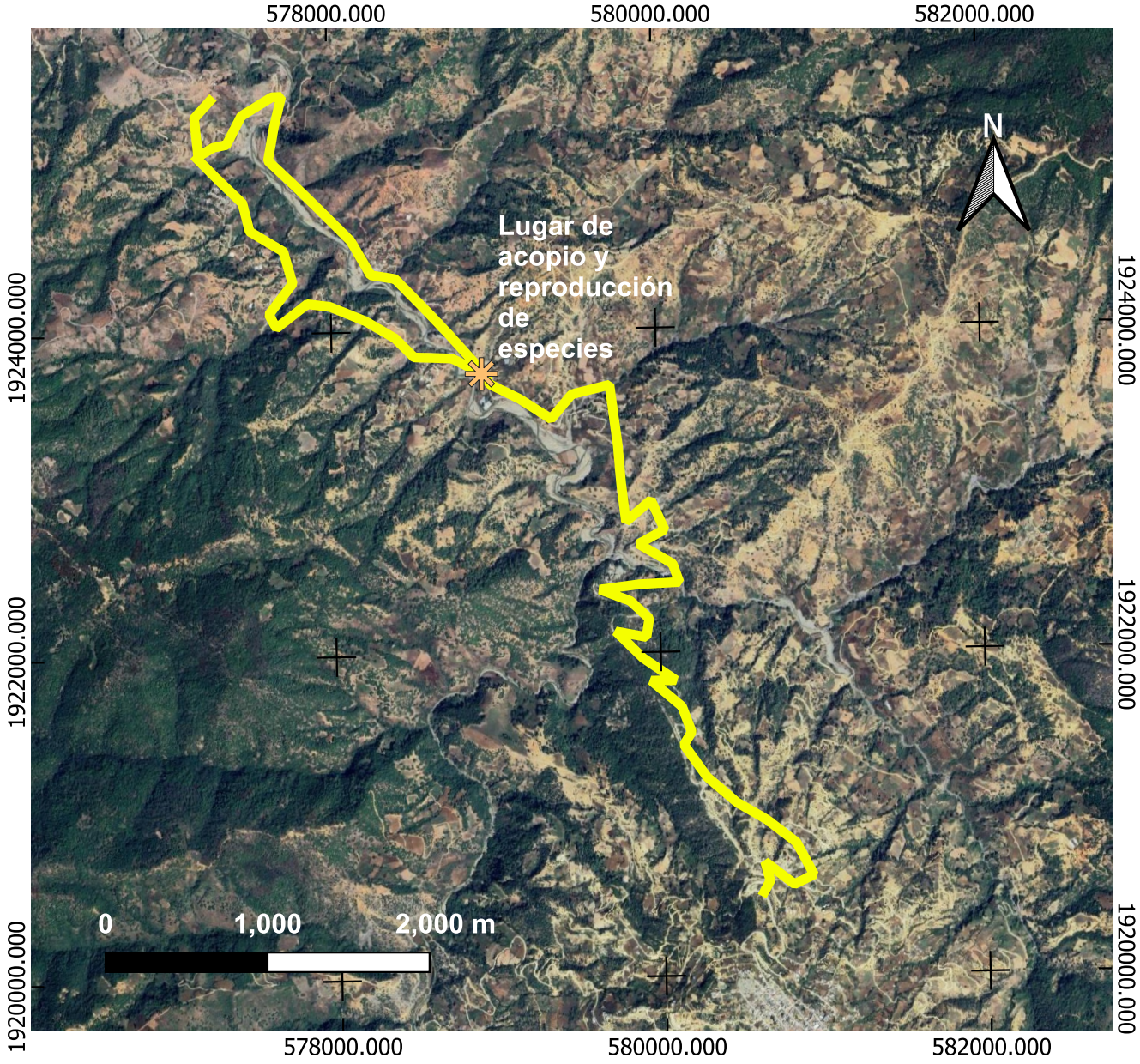
- Localidades rurales
- Localidades urbanas



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Modernización del E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca







- Localidades
- Eje del proyecto
- Municipio San Martín Peras
- Estado de Oaxaca
- Lugar de acopio y reproducción de especies

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Proyección: Universal Transversal Mercator
Datum: World Geodesic System 84
Unidades: Metros
Sistema de coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14

Mapa : Lugar de acopio y reproducción de especies

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MACRO LOCALIZACIÓN

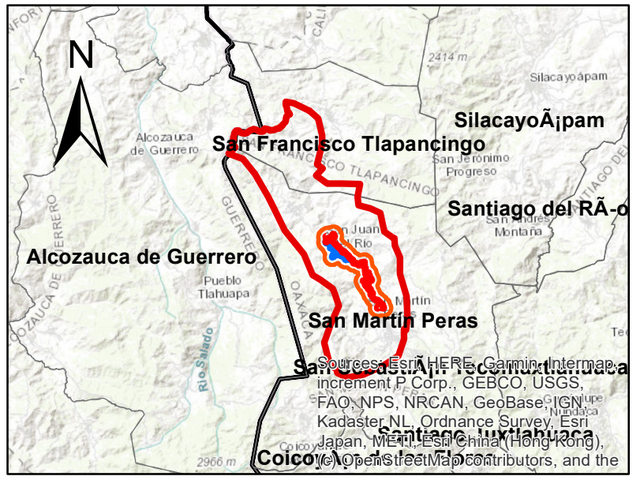
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Entidades federativas



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 20 40 80 120 160 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MICRO LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

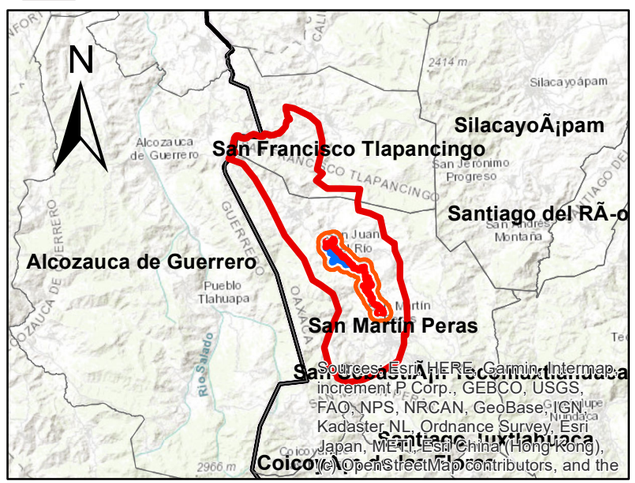
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

División municipal

- Alcozauca de Guerrero
- CoicoyÃ¡n de las Flores
- San Francisco Tlapancingo
- San Martín Peras
- San SebastiÃ¡n Tecomaxtlahuaca
- Santiago Juxtlahuaca
- Santiago del RÃ-o
- SilacayoÃ¡pam



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS

SIMBOLOGÍA

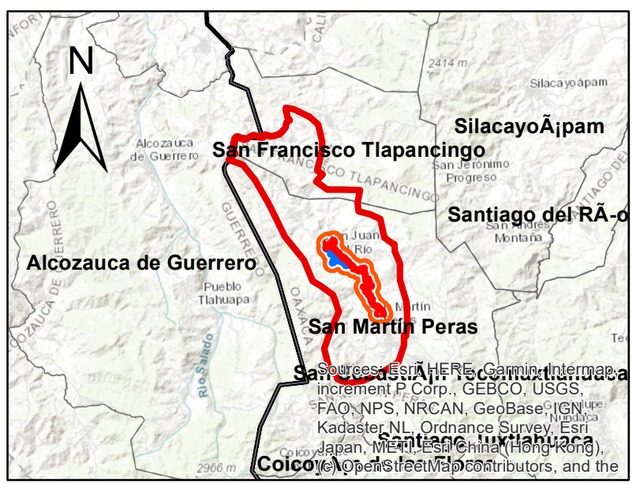
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Microcuencas

- 18-070-32-006
- AHUAJUTIA (AHUEJUTLA)
- ALCOZAUCA DE GUERRERO
- GUADALUPE NOGALES
- LA ESCOPETA
- SAN MARTIN PERAS
- TLALIXTAQUILLA
- ZOYATLAN DE JUAREZ (SAN VICENTE ZOYATLAN)



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MODELO CONTINUO DE ELEVACIONES

SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

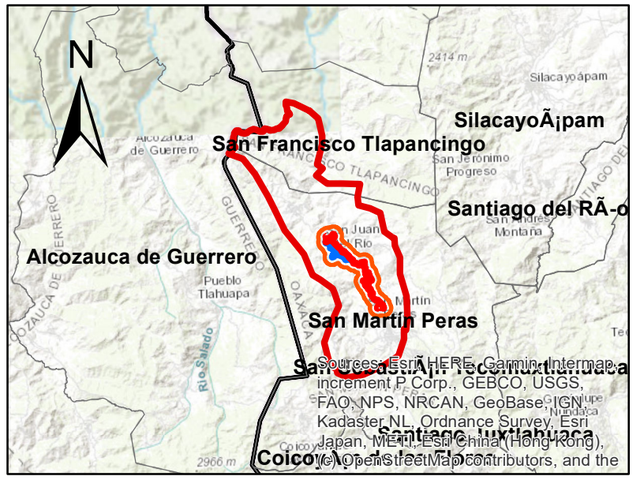
Área de interés:

MCE Oaxaca

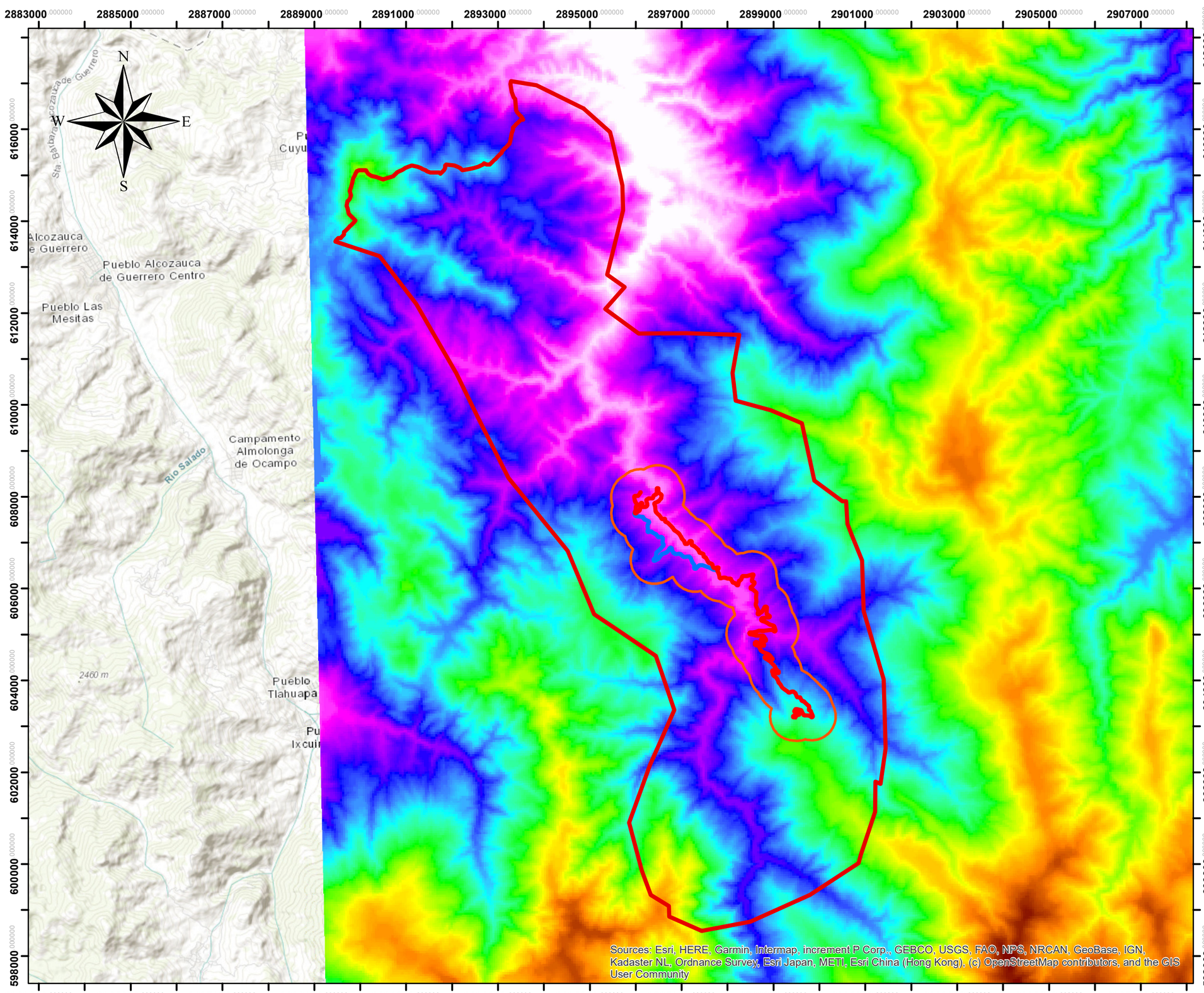
Valores

High : 2900

Low : 1340



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]



2883000 2885000 2887000 2889000 2891000 2893000 2895000 2897000 2899000 2901000 2903000 2905000 2907000

618000 616000 614000 612000 610000 608000 606000 604000 602000 600000 598000

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE FAUNA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

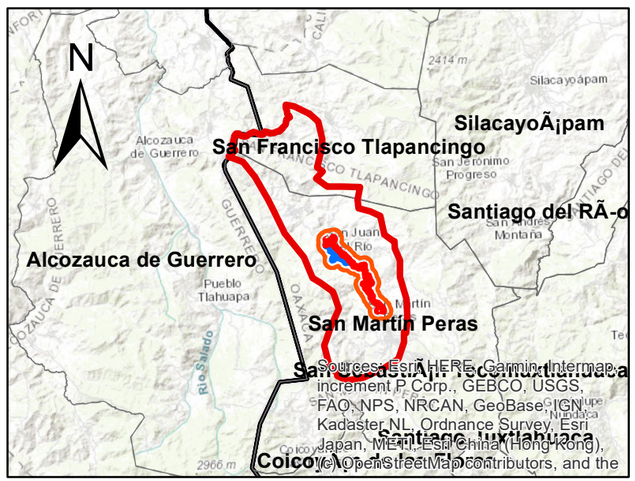
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Transectos AI



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 0.325 0.65 1.3 1.95 2.6 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

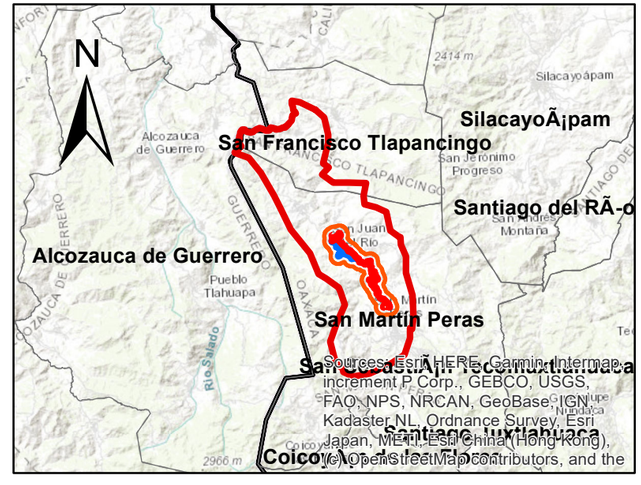
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Transectos AP



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE FAUNA EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

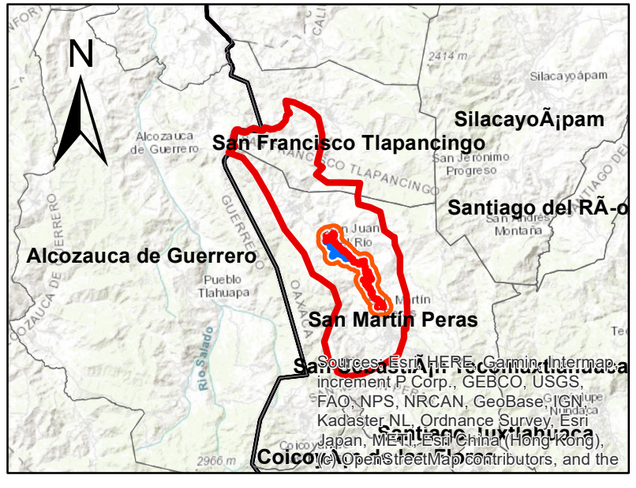
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Transectos RE



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

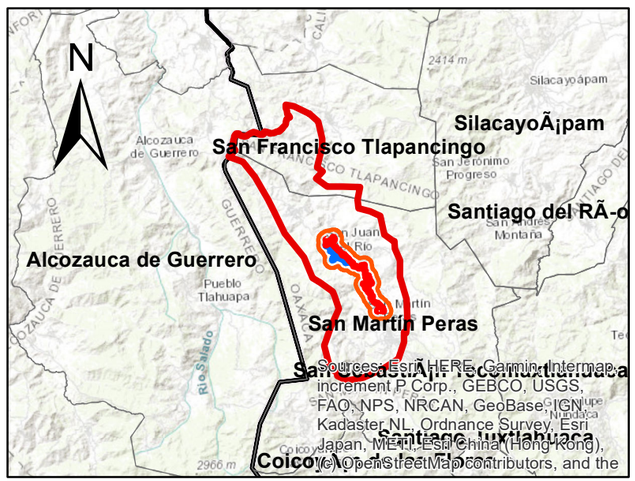
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Muestreo de flora AI



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

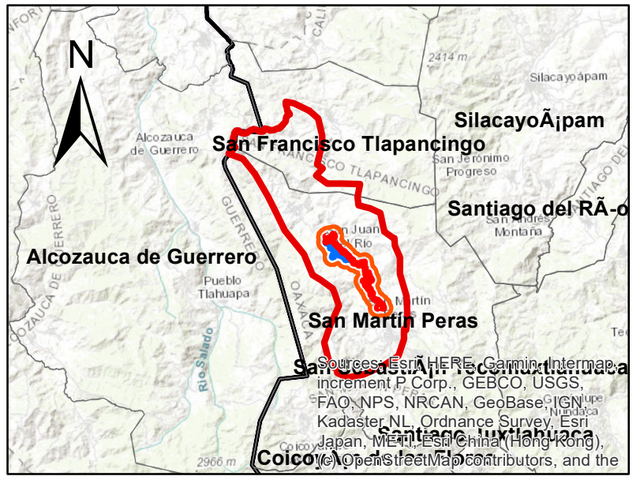
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Muestreo de flora AP



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

MUESTREO DE VEGETACIÓN EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

SIMBOLOGÍA

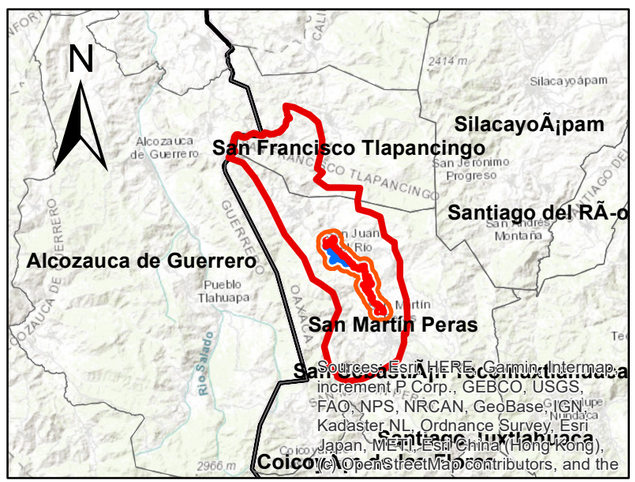
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Muestreo de flora RE

RE 1
RE 2
RE 3
RE 4
RE 5



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

OBRAS DE DRENAJE MENOR

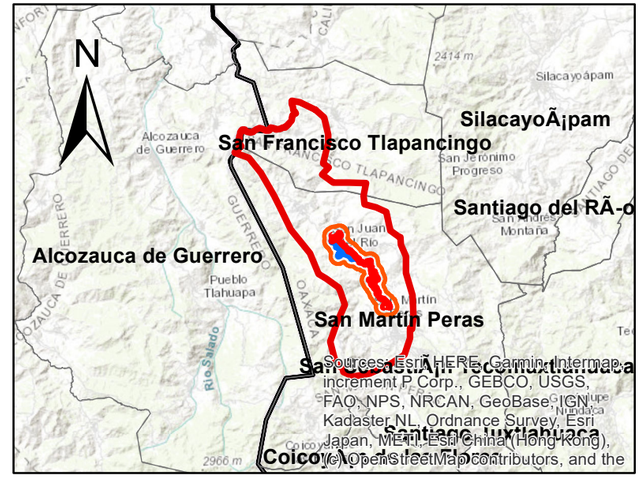
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Obras de drenaje menor



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

SIMBOLOGÍA

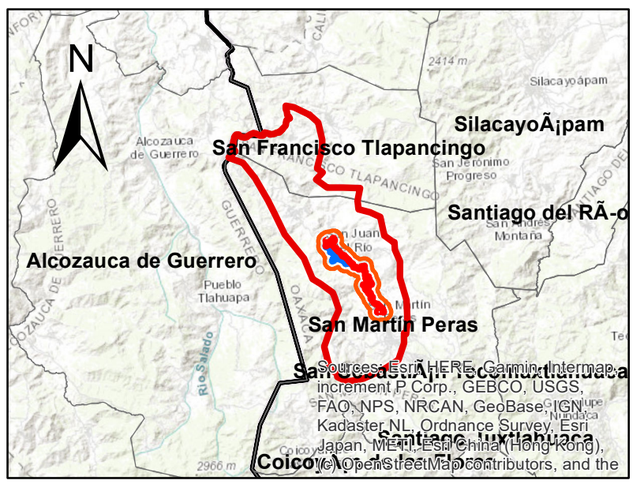
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

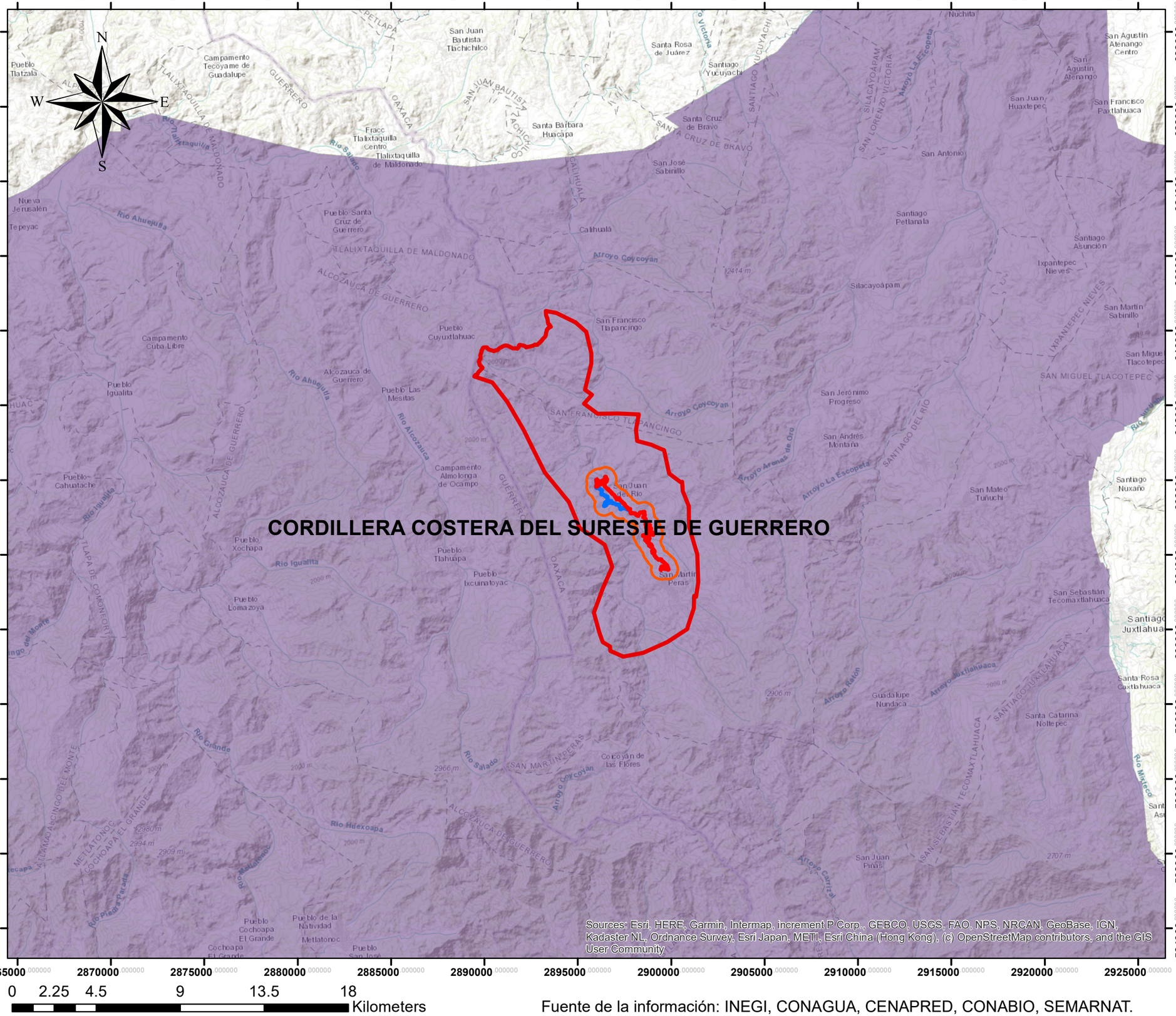
Área de interés:

Nombre de la UAB

CORDILLERA COSTERA DEL SURESTE DE GUERRERO



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q



0 2.25 4.5 9 13.5 18 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2899100.000000 2899200.000000 2899300.000000 2899400.000000 2899500.000000 2899600.000000 2899700.000000 2899800.000000

604000.000000 603900.000000 603800.000000 603700.000000 603600.000000 603500.000000

N W E S

Poligono 8

Poligono 7

Poligono 6

Poligono 5

Poligono 4

Poligono 3

Poligono 2

Poligono 1

0 0.0325 0.065 0.13 0.195 0.26 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

POLÍGONOS FORESTALES

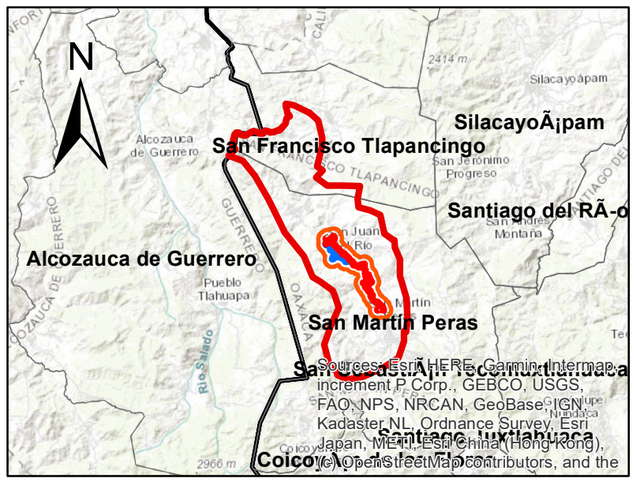
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

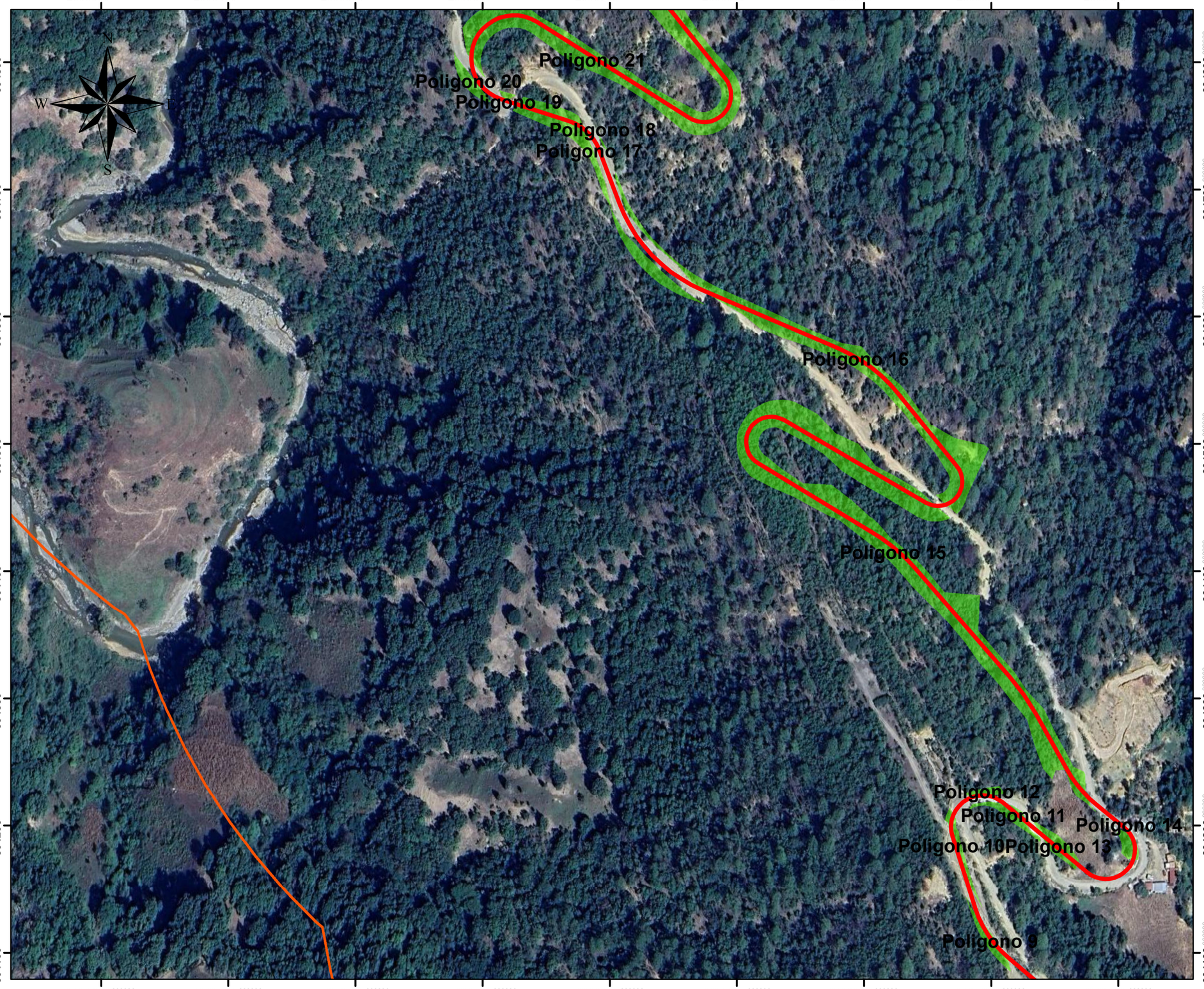
- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Polígonos forestales



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q



Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

POLÍGONOS FORESTALES

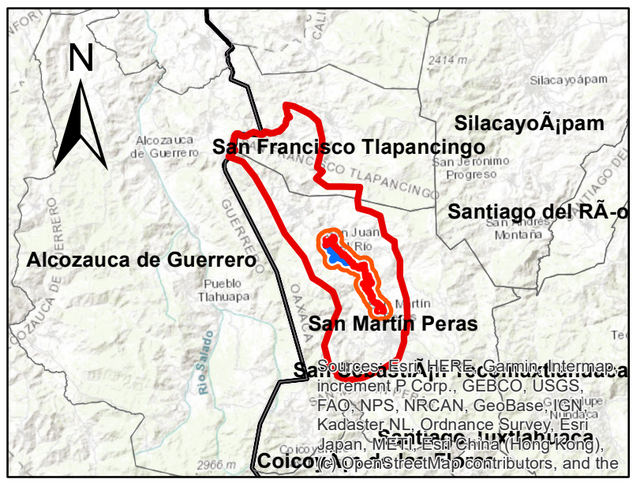
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Polígonos forestales



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

POLÍGONOS FORESTALES

Poligono 34
Poligono 35
Poligono 32
Poligono 36
Poligono 33
Poligono 31
Poligono 30
Poligono 29
Poligono 28
Poligono 27
Poligono 26
Poligono 25
Poligono 24
Poligono 22
Poligono 23
Poligono 21
Poligono 20
Poligono 19
Poligono 17
Poligono 18

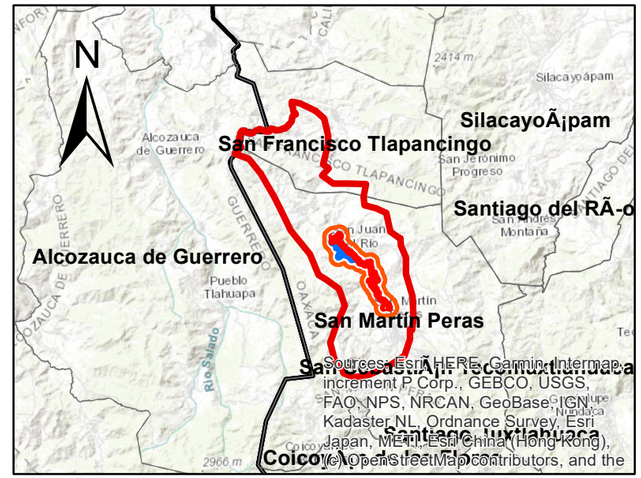
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Polígonos forestales



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

2898300 2898400 2898500 2898600 2898700 2898800 2898900 2899000 2899100
605400 605300 605200 605100 605000 604900 604800

0 0.035 0.07 0.14 0.21 0.28 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

POLÍGONOS FORESTALES

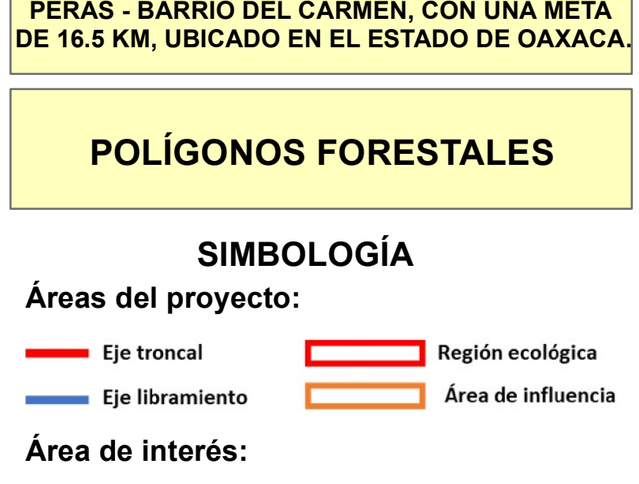
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Polígonos forestales



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PRECIPITACIÓN MEDIA

SIMBOLOGÍA

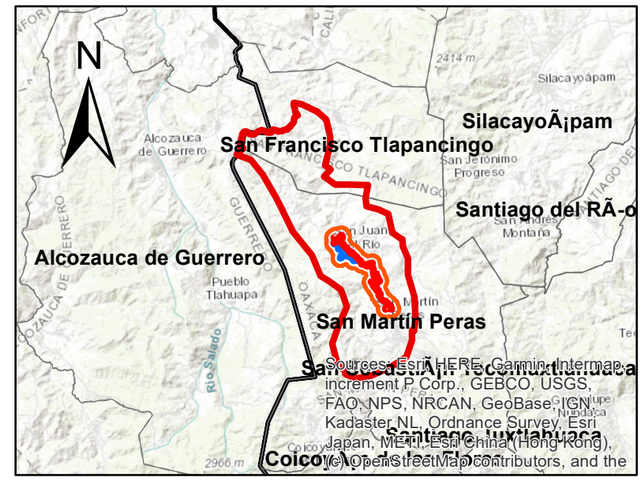
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

RANGOS

- 800 a 1200 mm



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2885000 2890000 2895000 2900000 2905000

616000 612000 608000 604000 600000

N W E S

Sta Barbara Alcozauca de Guerrero
Pueblo Cuyuxtlahuac
OAXACA
San Francisco Tlapancingo
2000 m
Alcozauca e Guerrero
Pueblo Alcozauca de Guerrero Centro
Pueblo Las Mesitas
Arroyo Coycoyan
SAN MARTÍN PERAS
SAN FRANCISCO TLAPANCINGO
Campamento Almolonga de Ocampo
Rio Salado
2642 m
SIERRA MADRE DEL SUR
San Juan del Rio
GUERRERO
OAXACA
2460 m
2359 m
Pueblo Tlahuapa
Pueblo Ixcuinatoyac
Río Alcozauca
San Martín Peras
Carretera a San José
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PROVNCIAS FISIOGRÁFICAS

SIMBOLOGÍA

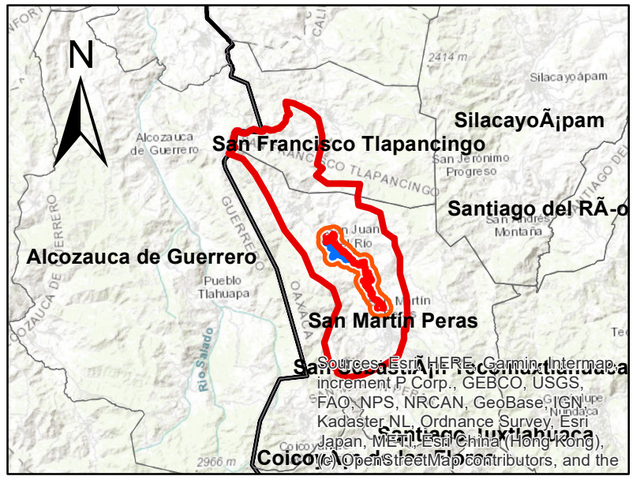
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Provincia

- SIERRA MADRE DEL SUR



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q



0 0.01 0.02 0.04 0.06 0.08 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 41+700

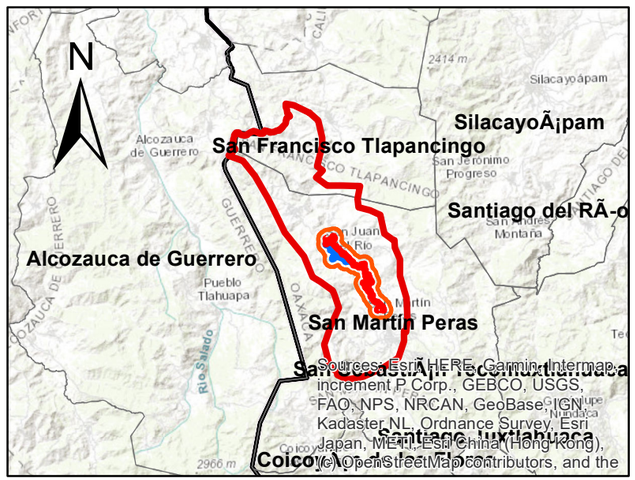
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q



0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 43+900

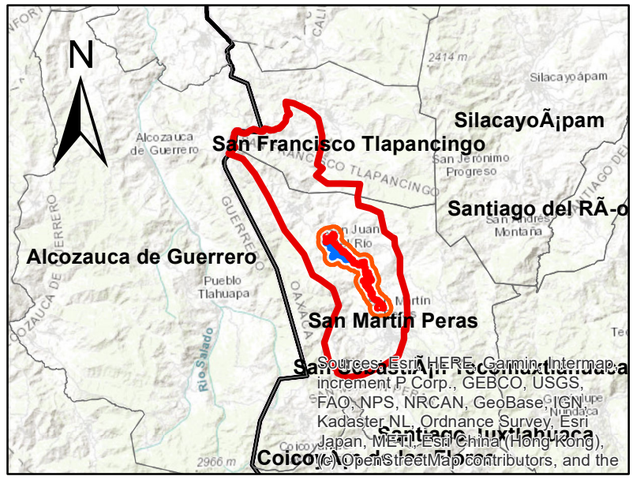
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

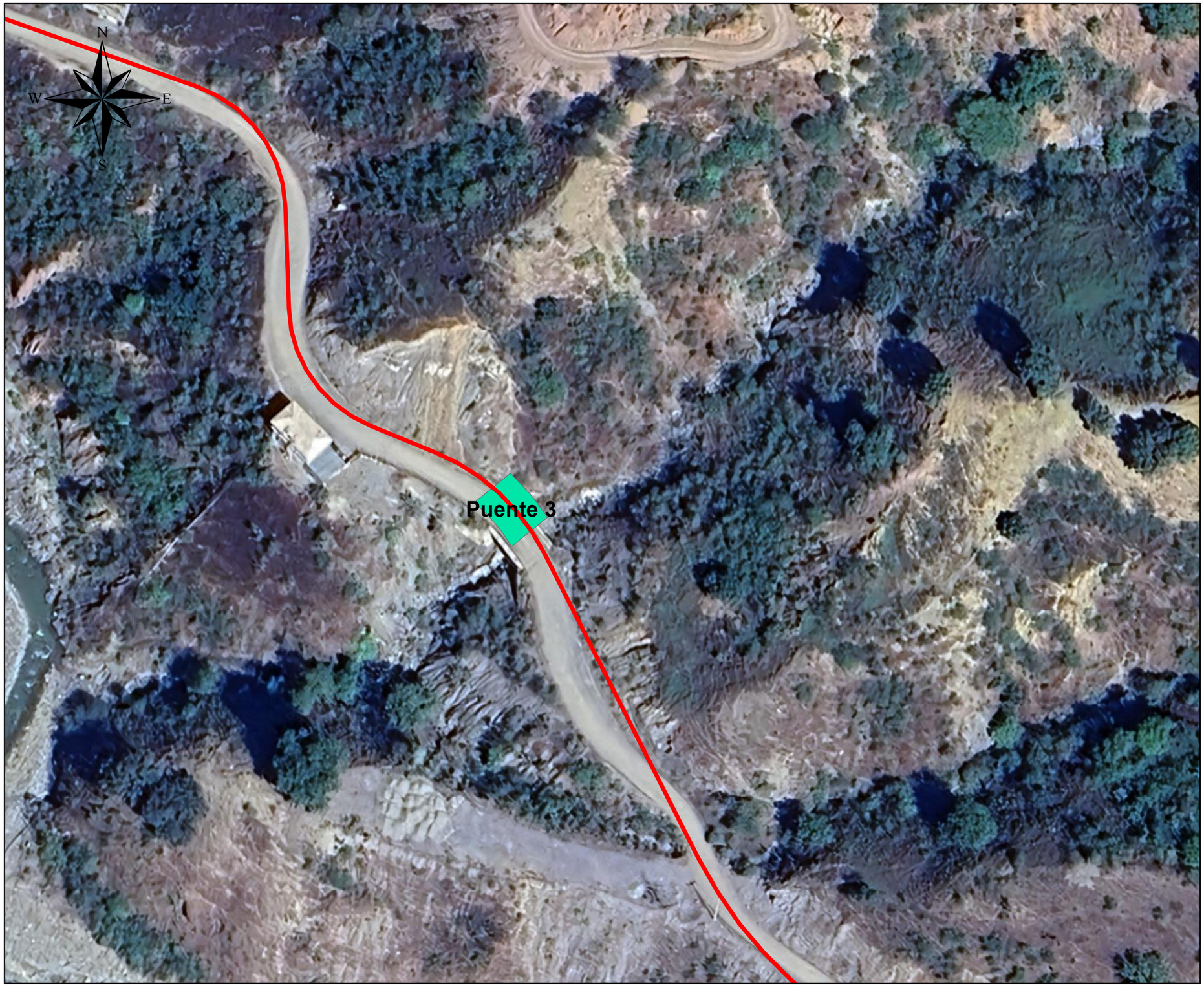
- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]



0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 45+480

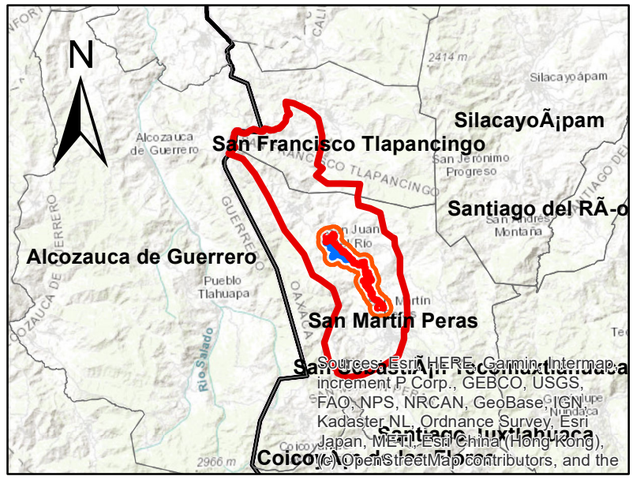
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]



0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 45+980

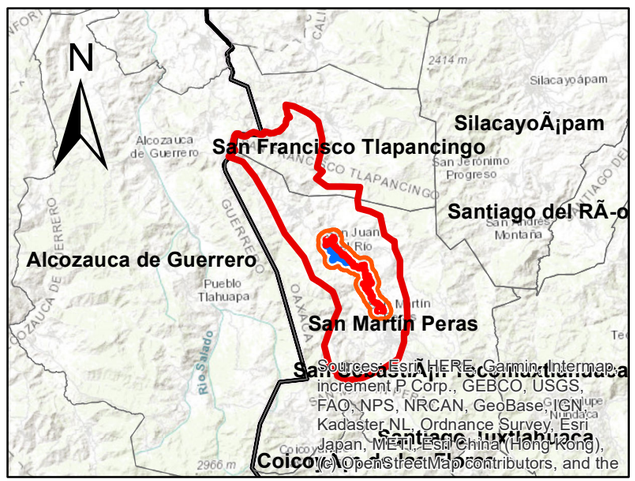
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 47+600



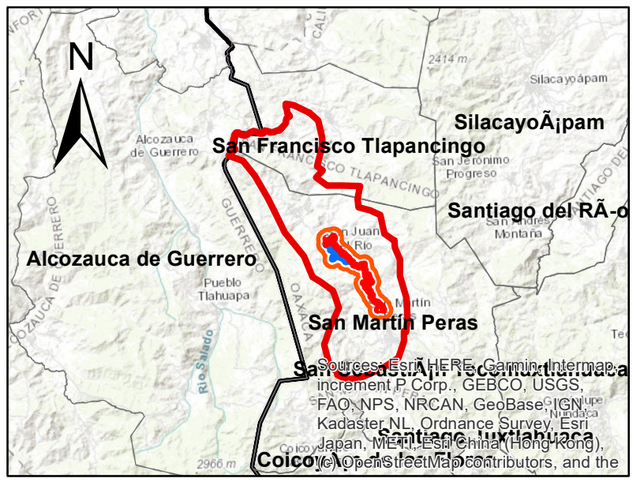
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.



0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTE 100+600

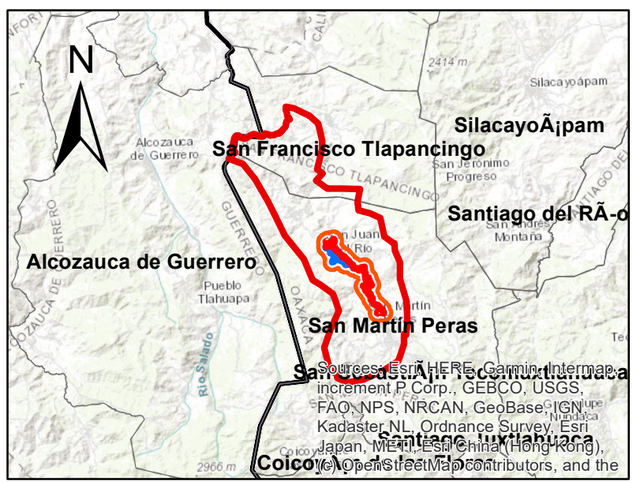
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

PUENTES

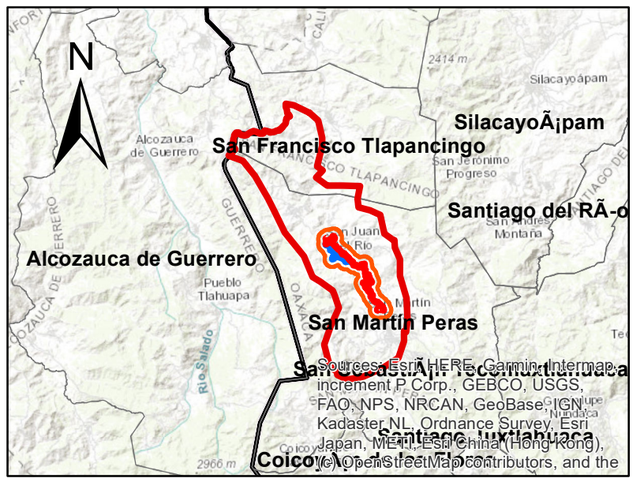
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

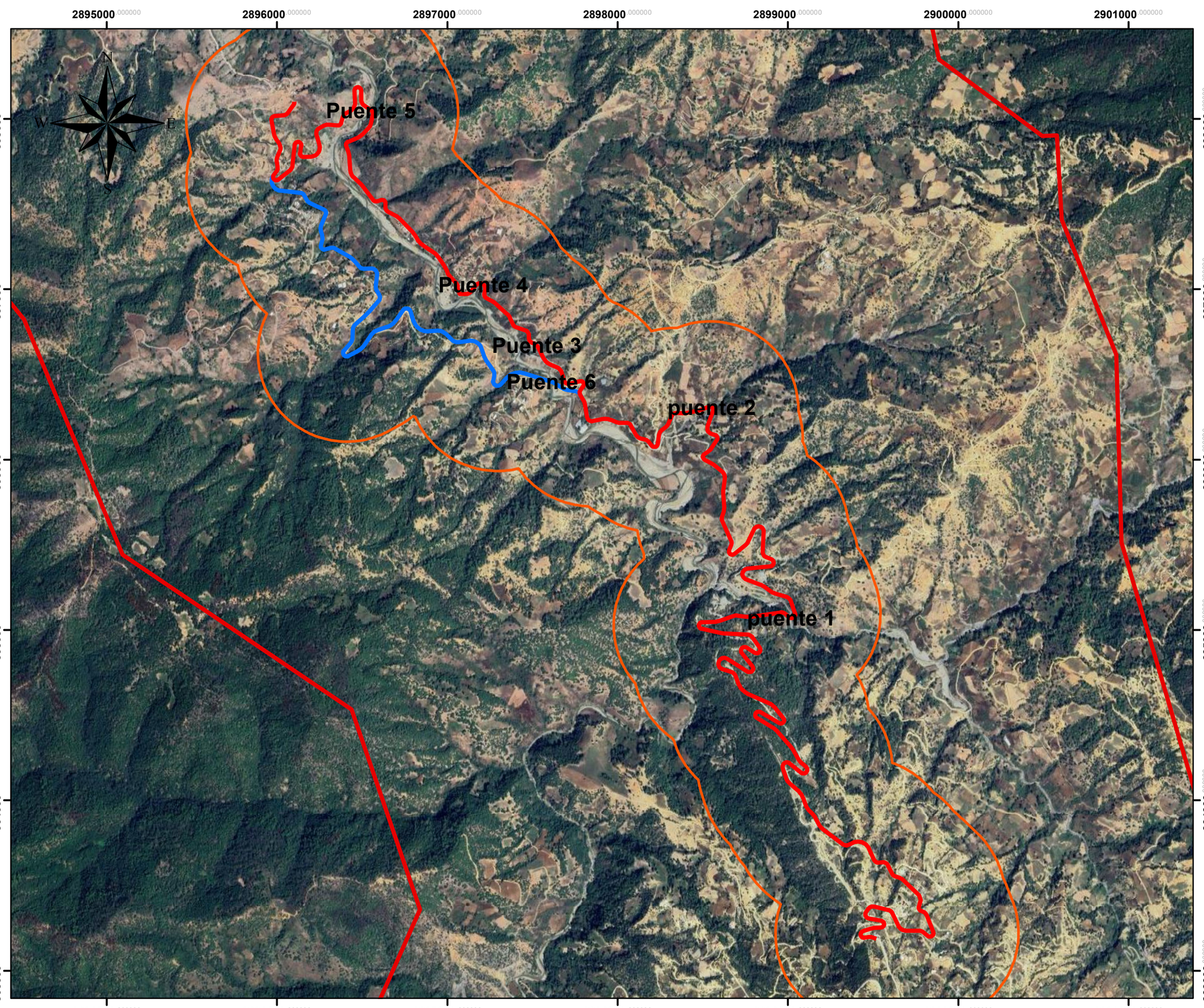
- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q



Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIÓN ECOLÓGICA

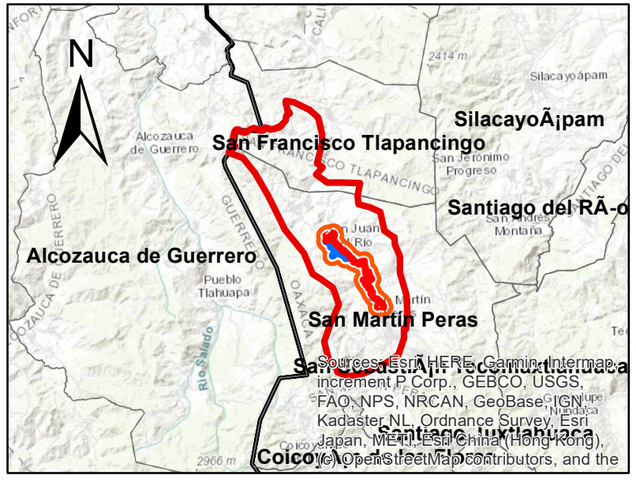
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Región ecológica



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA

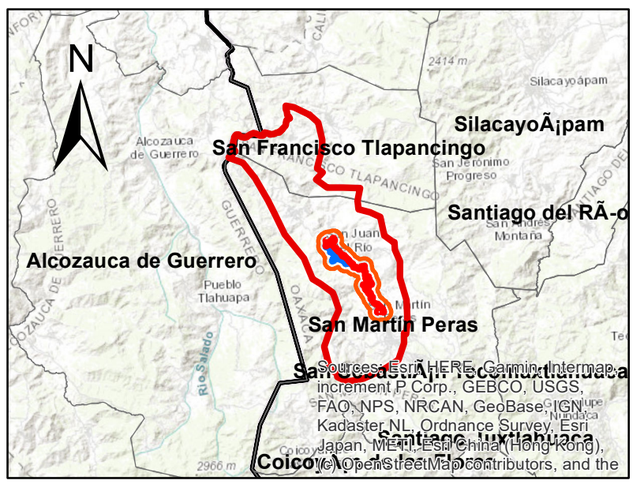
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- RHP



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Río Papagayo - Acapulco

Cuenca alta del Río Ometepec

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIÓN HIDROLÓGICA

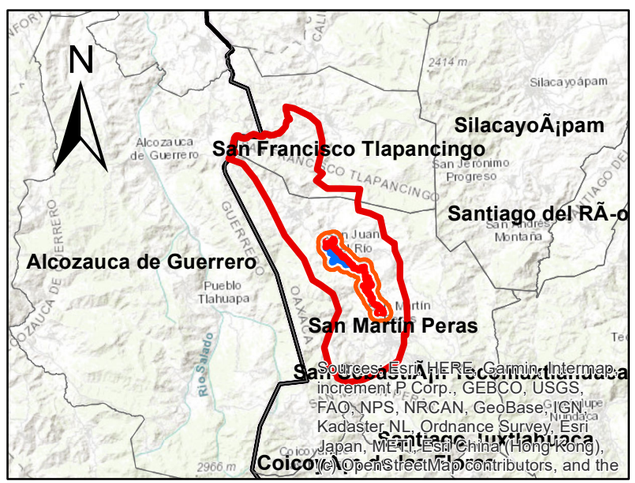
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Hidrologia_Region



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA

SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- RTP

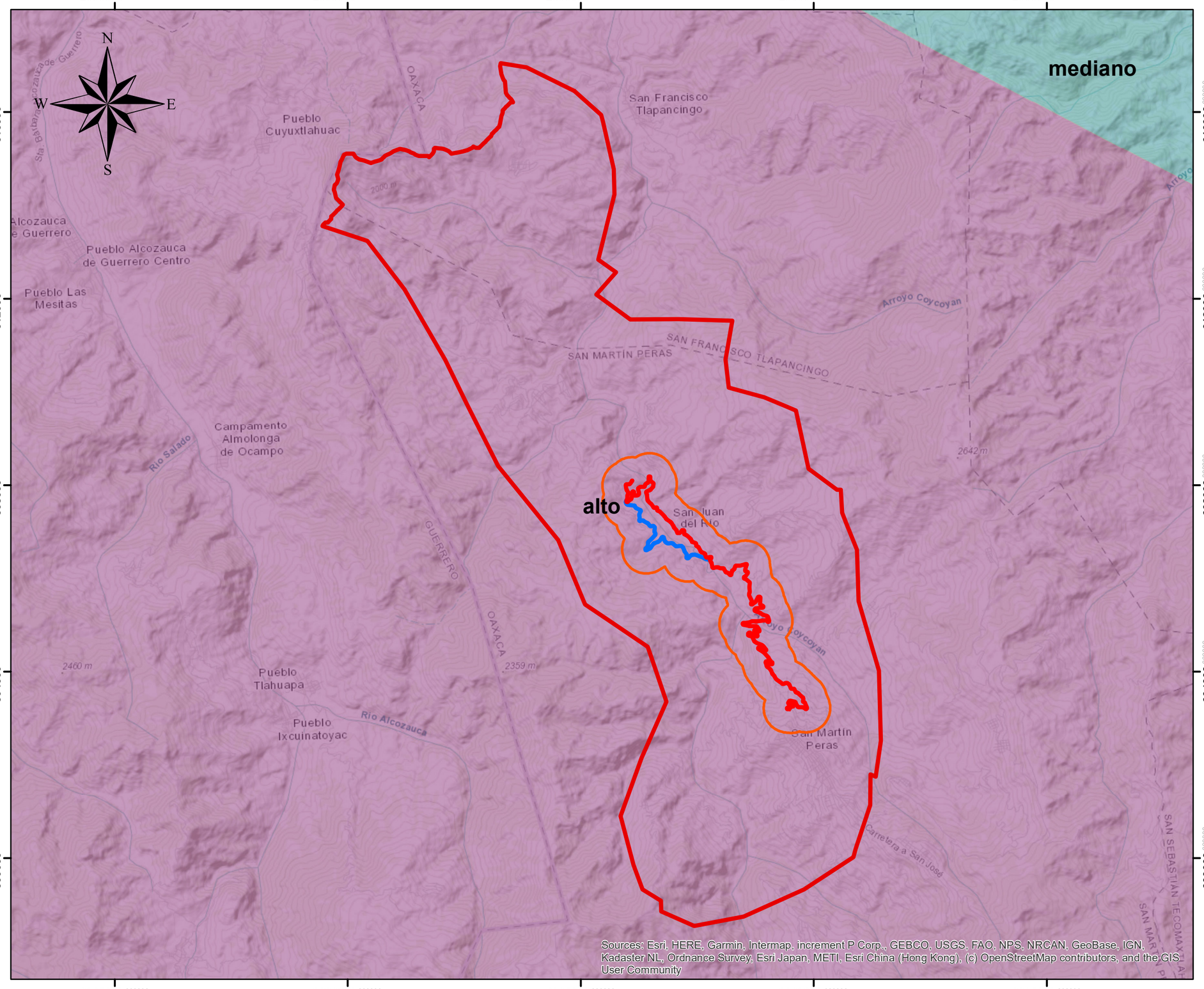


DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 4.5 9 18 27 36 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.



Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

SIMBOLOGÍA

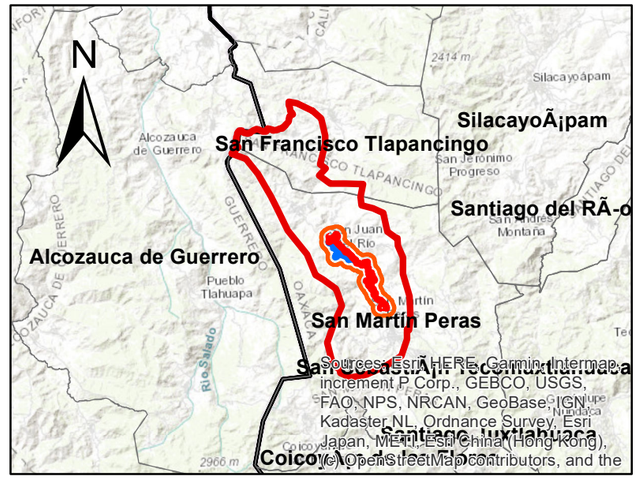
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Peligro sísmico

- alto
- bajo
- mediano
- muy bajo



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

LOMERIO Y MONTAÑAS (RELIEVE)

SIMBOLOGÍA

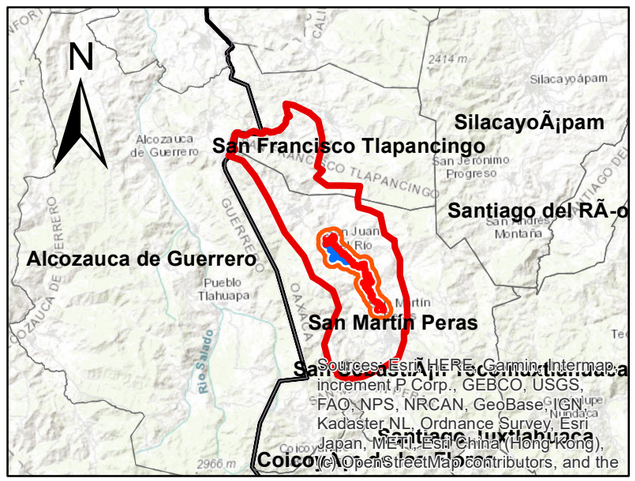
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Morfología

- Cuerpos de agua
- Lomerios
- Montanas
- Planicies 0 - 200 m
- Planicies 200 - 1000 m
- Planicies 1000-2000m
- Planicies 2000-3000m
- Valles montanosos



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GRADO DE RIESGO POR BAJAS TEMPERATURAS

SIMBOLOGÍA

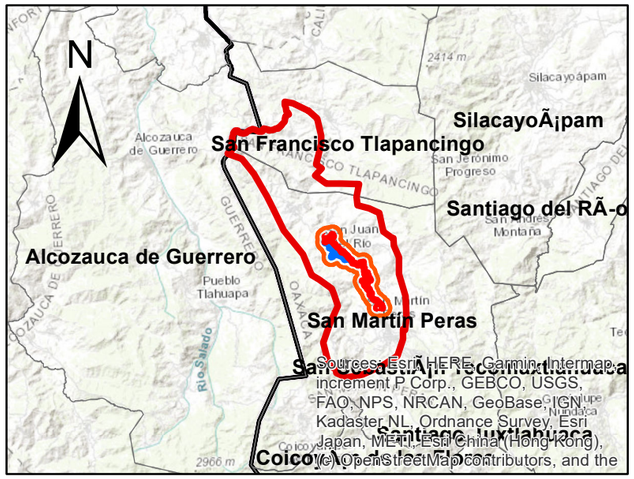
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Grado de riesgo

- Bajo



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES

SIMBOLOGÍA

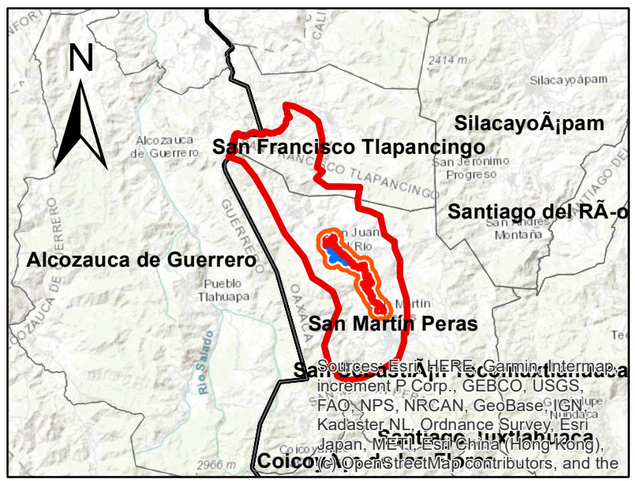
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Grado de riesgo

- Muy bajo

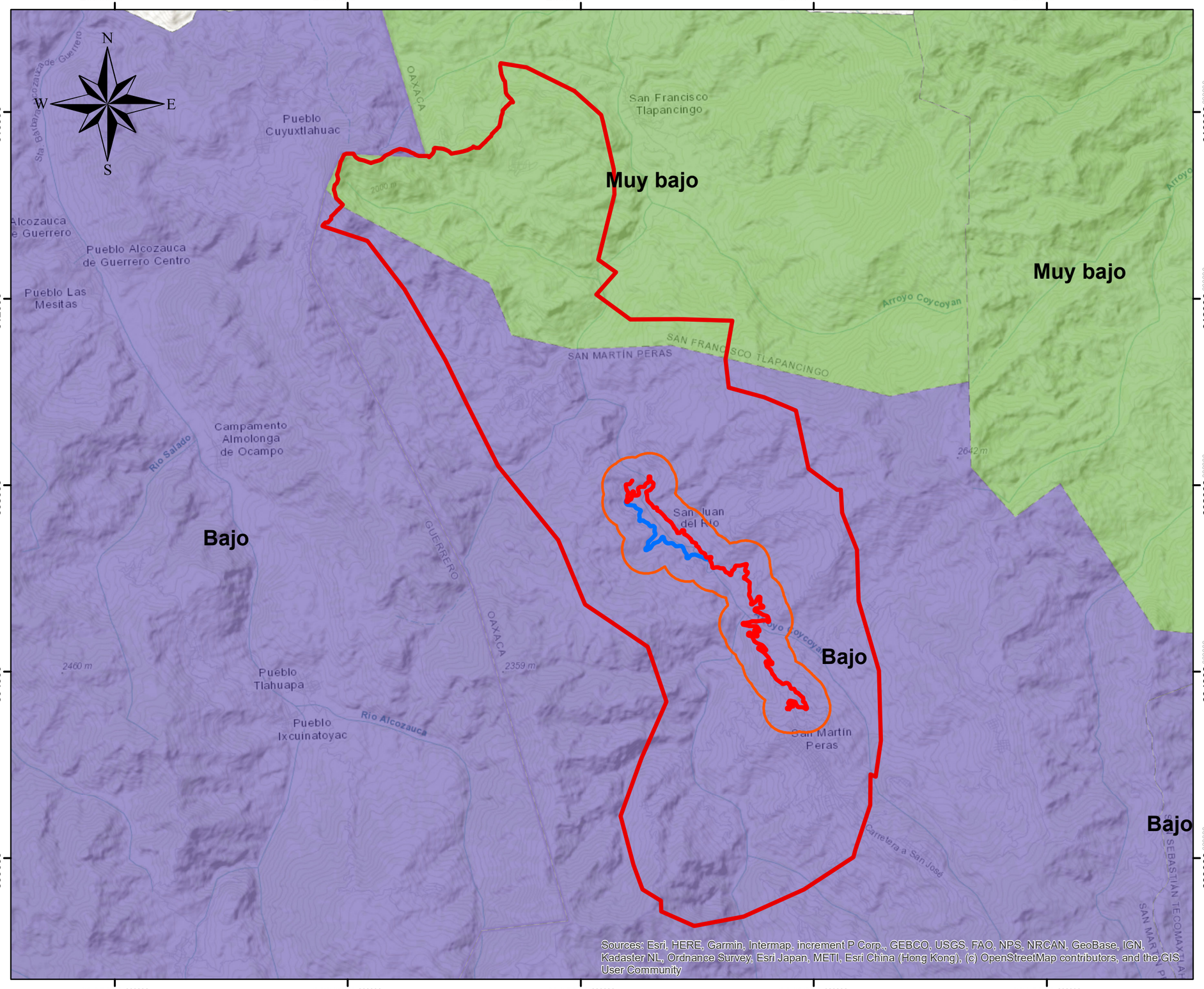


DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.



Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GRADO DE RIESGO POR INUNDACIÓN

SIMBOLOGÍA

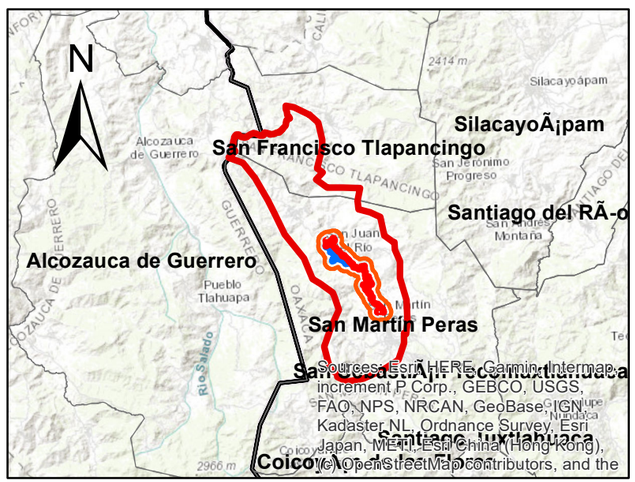
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Riesgo de inundación

- Bajo
- Muy bajo



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GRADO DE RIESGO POR SEQUÍA

SIMBOLOGÍA

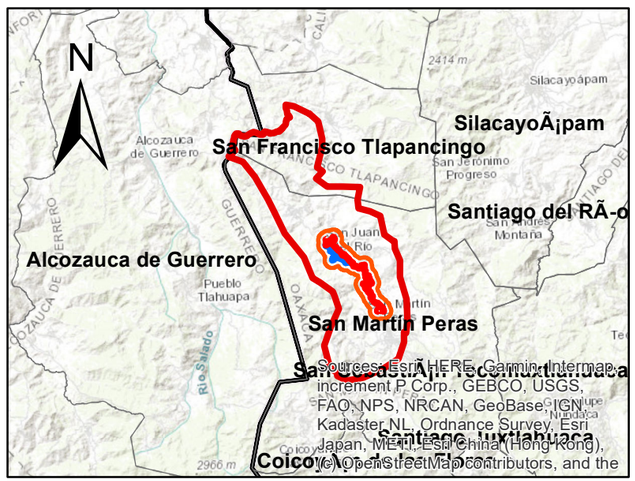
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Vulnerabilidad

- Alta
- Media



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

GRADO DE RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS

SIMBOLOGÍA

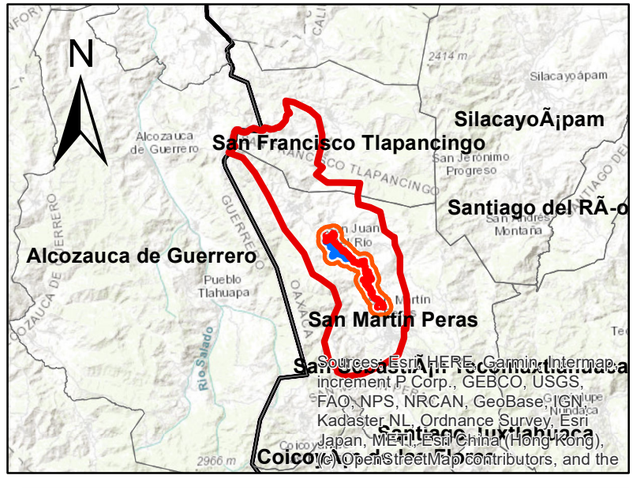
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Riesgo por tormentas

- Alto
- Medio
- Muy alto



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EPICONTINENTAL

SIMBOLOGÍA

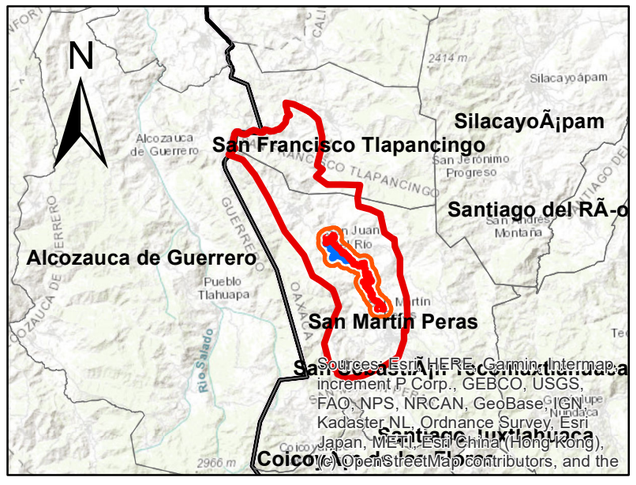
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Prioridad

- Alta
- Extrema
- Media



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SITIOS RAMSAR

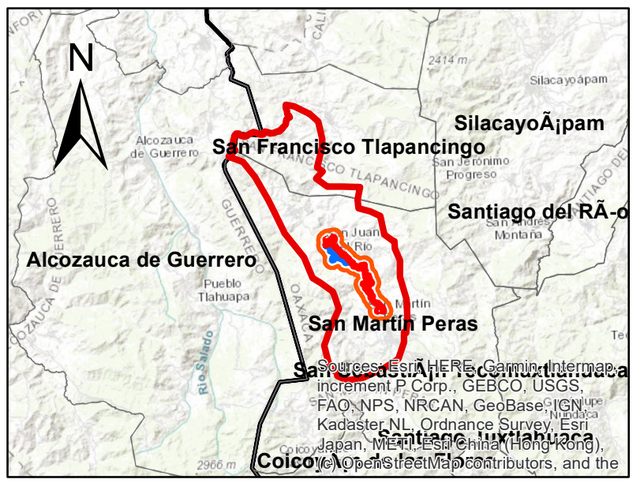
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Sitios Ramsar



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Playa Tortuguera Tierra Colorada

Playa Tortuguera Cahuitán

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 5 10 20 30 40 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SITIOS TERRESTRES PRIORITARIOS

SIMBOLOGÍA

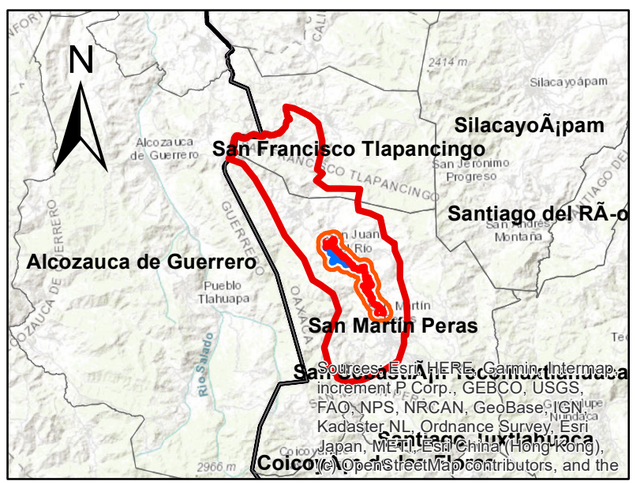
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Prioridad

- HUECO
- alta
- extrema
- media



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS

SIMBOLOGÍA

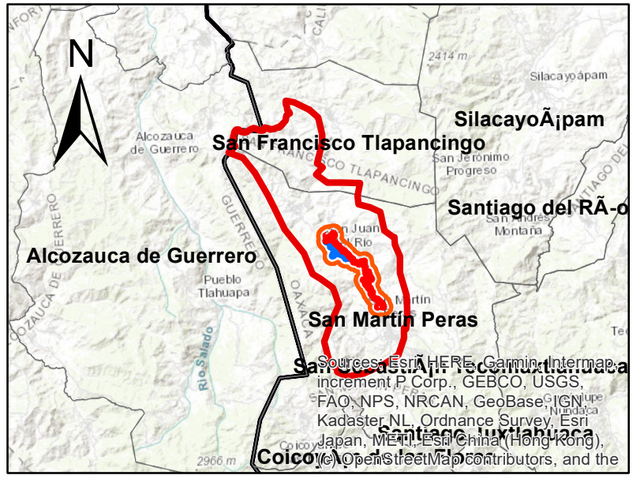
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Subcuencas

- R. Salado
- R. Atlamajac
- R. San Miguel
- R. Coycoyan
- R. Tlapaneco
- R. Mixteco
- R. UniÃ³n
- R. Quetzala
- R. Yolatepec



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2890000.000000

N
W
E
S

Pueblo Cuyuxtlahuac
OAXACA
San Francisco Tlapancingo
Pueblo Alcozauca de Guerrero Centro
Pueblo Las Mesitas
Arroyo Coycoyan
SAN MARTÍN PERAS
SAN FRANCISCO TLAPANCINGO
Campamento Almolonga de Ocampo
Rio Salado
2642 m

CORDILLERA COSTERA DEL SUR

San Juan del Rio
GUERRERO
OAXACA
2460 m
2359 m
Pueblo Tlahuapa
Pueblo Ixcuinatoyac
Rio Alcozauca
San Martin Peras
Carretera a San José

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

600000.000000

2890000.000000

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS

SIMBOLOGÍA

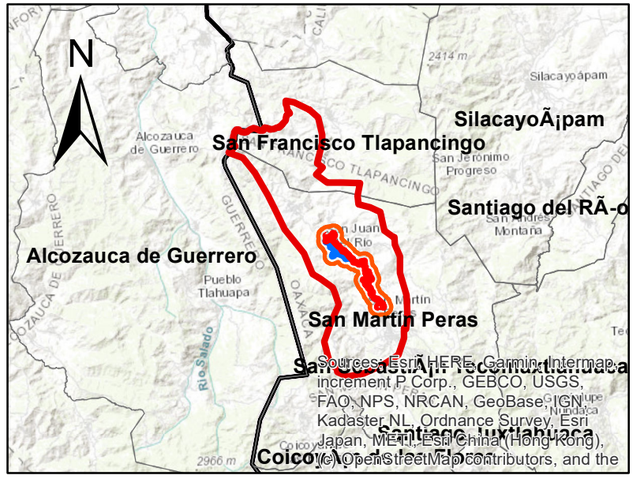
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Subprovincia

- CORDILLERA COSTERA DEL SUR



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

TEMPERATURA MEDIA

SIMBOLOGÍA

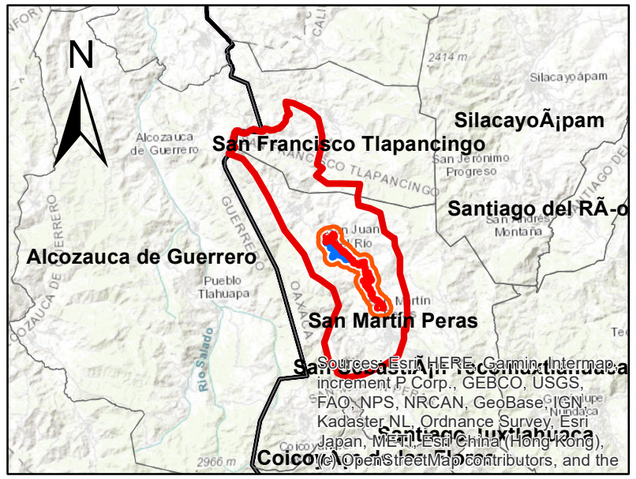
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Rangos

- 12 - 14
- 14 - 16
- 16 - 18
- 18 - 20
- 20 - 22
- 22 - 24
- 24 - 26



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

SISTEMA DE TOPOFORMAS

SIMBOLOGÍA

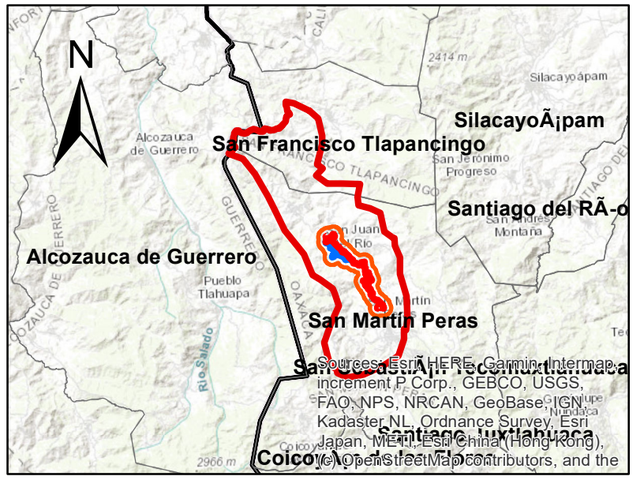
Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

Relieve

- Cañón
- Lomerío
- Sierra



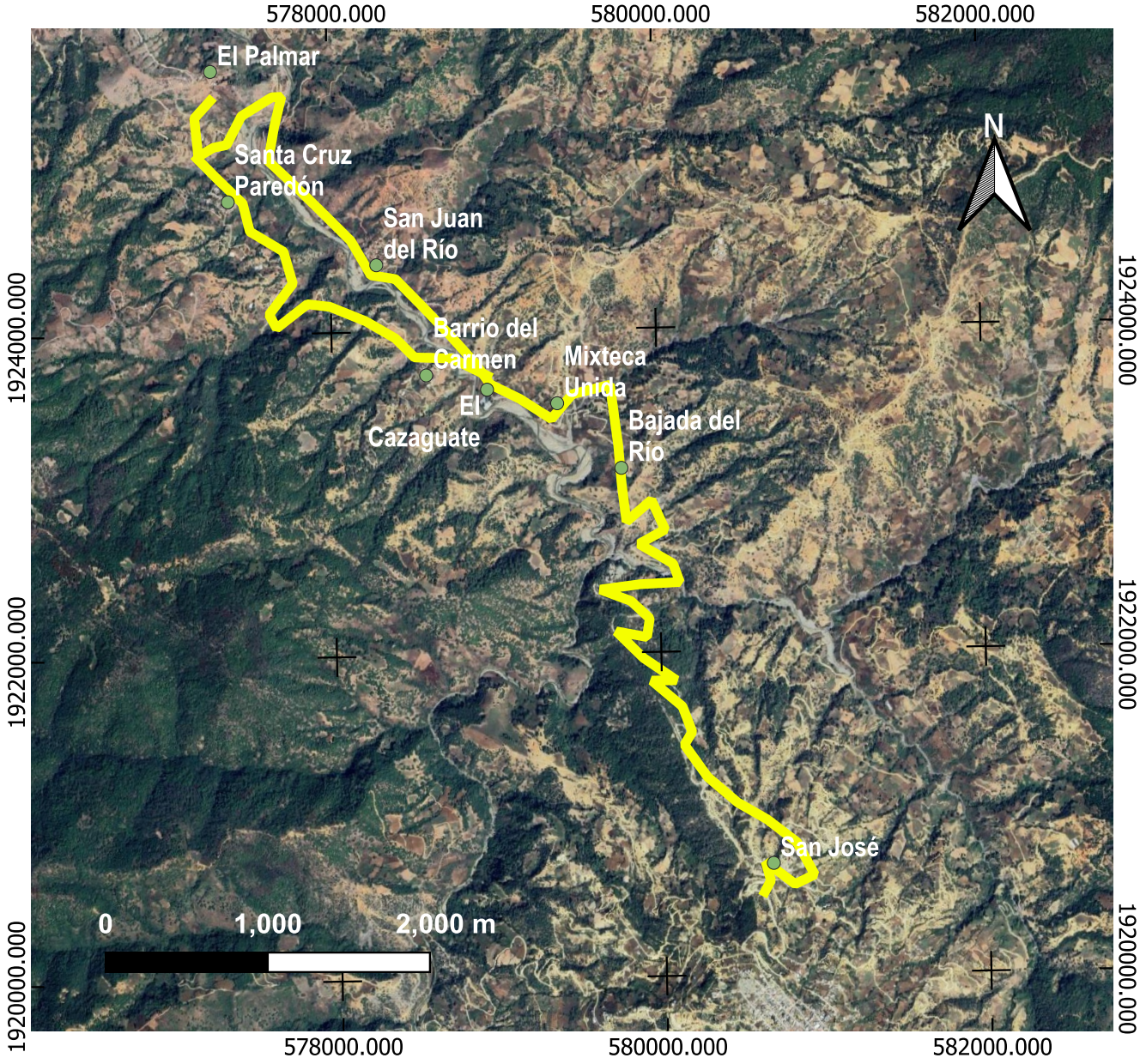
DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Modernización del E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca







- Localidades
- Ubicación del proyecto
- Eje del proyecto
- Municipio San Martín Peras
- Estado de Oaxaca

Mapa : Ubicación del proyecto

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Proyección: Universal Transversal Mercator
Datum: World Geodesic System 84
Unidades: Metros
Sistema de coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (CAMPO)

SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

USV

- AH
- CA
- CAUCE
- DV
- PI
- TA
- VS/BPQ
- VS/BQ



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

2895000 2896000 2897000 2898000 2899000 2900000 2901000

608000 607000 606000 605000 604000 603000

0 0.275 0.55 1.1 1.65 2.2 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (INEGI)

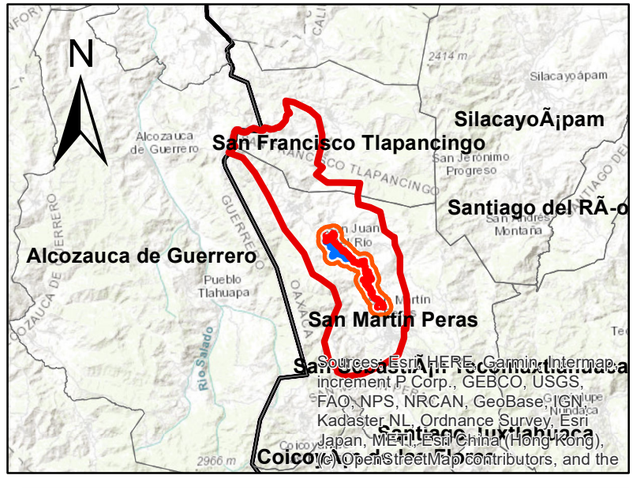
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- USyV
- AH
- BJ
- BM
- BP
- BPQ
- BQ
- BQP
- PI
- RA
- RS
- TA
- VPI
- VSA/BM
- VSA/BP
- VSA/BPQ
- VSA/BQP
- VSa/BJ
- VSa/BM
- VSa/BP
- VSa/BPQ
- VSa/BQ
- VSa/BQP
- VSa/SBC



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

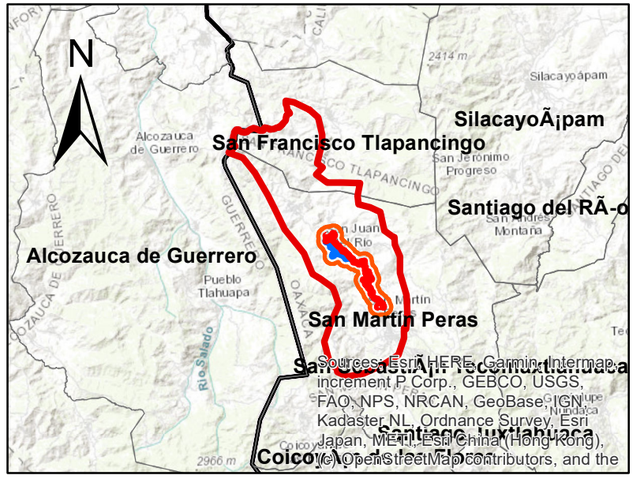
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

USyV	BQ	VPI	VSa/BM
AH	BQP	VSA/BM	VSa/BP
BJ	PI	VSA/BP	VSa/BPQ
BM	RA	VSA/BPQ	VSa/BQ
BP	RS	VSA/BQP	VSa/BQP
BPQ	TA	VSa/BJ	VSa/SBC



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

0 1 2 4 6 8 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2898920.000000 2898960.000000 2899000.000000 2899040.000000 2899080.000000 2899120.000000

605160.000000 605120.000000 605080.000000 605040.000000 605000.000000

N W E S

puente 1

2898920.000000 2898960.000000 2899000.000000 2899040.000000 2899080.000000 2899120.000000

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 41+700

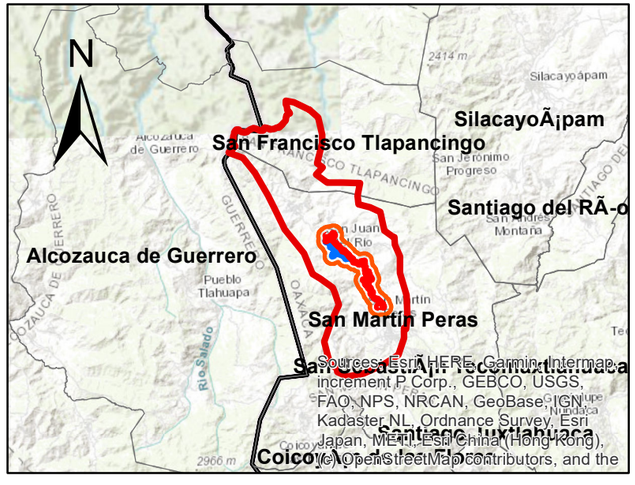
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

2898440 2898480 2898520 2898560 2898600 2898640 2898680

606360 606320 606280 606240 606200

N W E S

puente 2

2898440 2898480 2898520 2898560 2898600 2898640 2898680

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06
Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 43+900

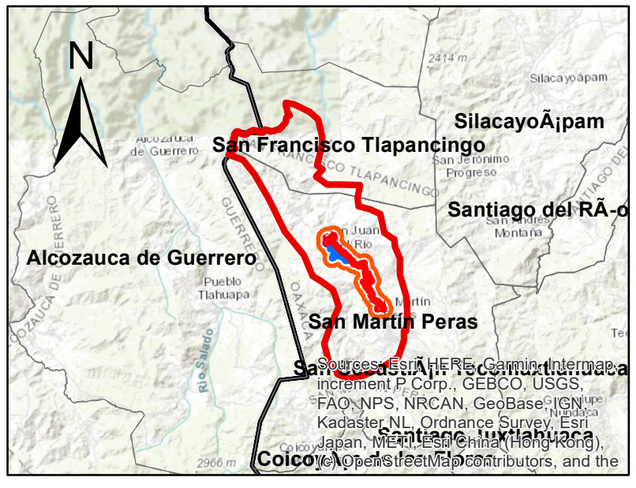
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 45+480



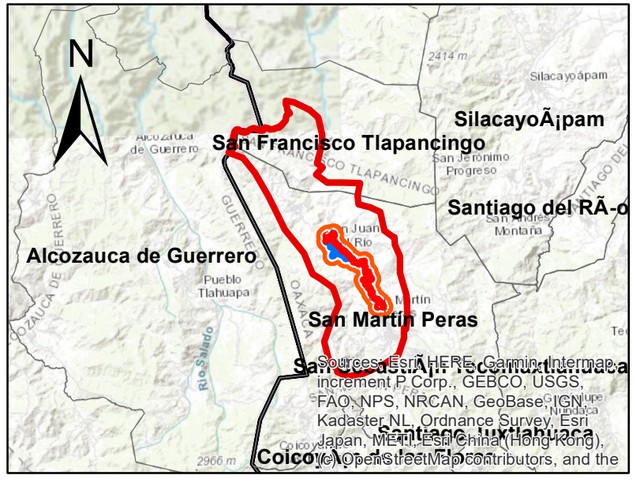
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 45+980



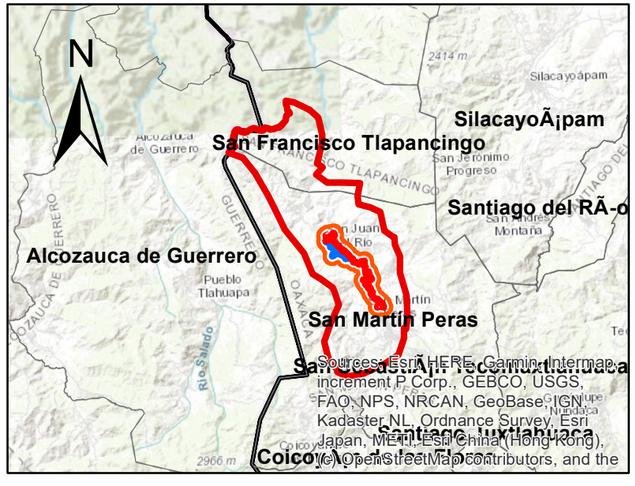
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

2896440.000000 2896480.000000 2896520.000000 2896560.000000 2896600.000000 2896640.000000

608120.000000 608080.000000 608040.000000 608000.000000 607960.000000

N W E S

Puente 5

0 0.0075 0.015 0.03 0.045 0.06 Kilometers

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 47+600

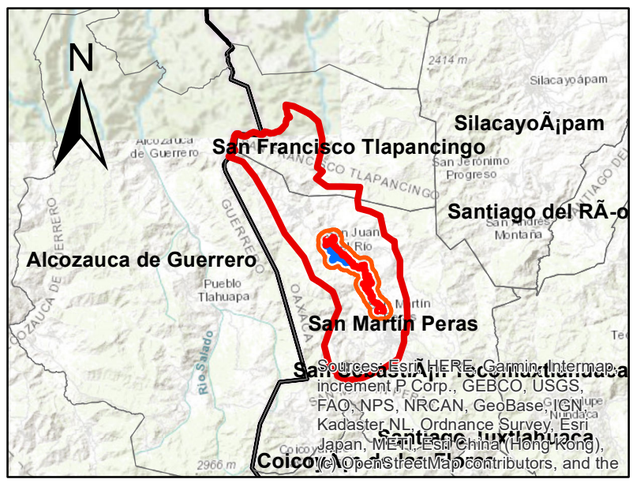
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q
[redacted]

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

ZONA FEDERAL
PUENTE 100+600



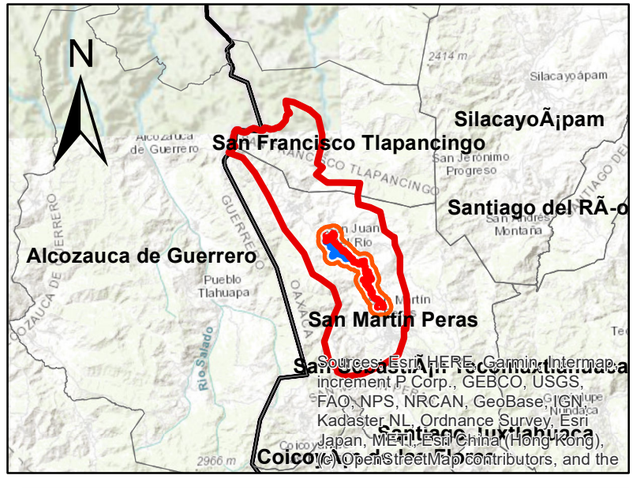
SIMBOLOGÍA

Áreas del proyecto:

- Eje troncal
- Eje libramiento
- Región ecológica
- Área de influencia

Área de interés:

- Puentes
- AP en zona federal
- NADI
- Zona federal



DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Datum: World Geodetic System 1984
Unidades: Metros
Sistema coordenado: WGS84 UTM Zona 14Q

Fuente de la información: INEGI, CONAGUA, CENAPRED, CONABIO, SEMARNAT.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. Introducción 1
I.1 Objetivos 1
I.1.1 Objetivo general 1
I.1.2 Objetivos particulares 2
I.1.3 Alcances 2
II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y de la región ecológica del proyecto 2
II.1 Metodología empleada para determinar la composición florística de las áreas afectadas . 2
II.2 Localización y vegetación en el área de proyecto. 4
II.2.1 Bosque de pino- encino en el área de proyecto (AP) 10
II.2.2 Bosque de encino en el área de proyecto 11
III. Criterios de selección de las especies sujetas a rescate. 12
IV. Metodologías y técnicas empleadas para el rescate de especies. 15
IV.1 Justificación y metodologías de técnicas utilizadas para la extracción y rescate de especies. 15
IV.1.1 Lugar de acopio y reproducción de especies 15
IV.1.2 Delimitación del área de afectación 17
IV.1.3 Registro de datos 18
IV.1.4 Extracción de individuos 18
IV.1.5 Propagación vegetativa 20
IV.1.6 Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento 20
IV.1.7 Endurecimiento y transporte de los ejemplares 22
IV.1.8 Trasplante 22
IV.2 Justificación y metodologías de colecta de germoplasma de especies sujetas a rescate y reubicación 24
IV.2.1 Recolección y almacenamiento 24
IV.2.2 Germinación y siembra 24
IV.2.3 Trasplante 25
V. Propuesta de acciones para el albergue temporal y rehabilitación de especies rescatadas. 26
V.1 Medidas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares rescatados. 26
V.1.1 Capacitación 26
V.1.2 Mantenimiento 27

V.2 Medidas emergentes para corregir una sobrevivencia menor al 80 % de individuos rescatados 27
V.2.1 Reposición de planta muerta 27
VI. Sitios propuestos para reubicación de especies rescatadas y rehabilitadas. 28
VII. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones. 30
VII.1 Evaluación de la sobrevivencia 30
VII.2 Evaluación del vigor 30
VII.3 Estado fitosanitario 30
VII.4 Informes de avances y resultados 31
VIII. Responsables de las acciones. 31
IX. Catálogo de conceptos de trabajo. 32
IX.1 Requerimientos de personal, materiales y equipo. 32
IX.2 Presupuesto para las actividades de rescate y reubicación de flora 34
X. Programa de actividades a realizar. 35
XI. Bibliografía 35

CUADROS

Cuadro 1.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación. 4
Cuadro 2. Usos del suelo y vegetación reportados en el área de proyecto 5
Cuadro 3..- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 6
Cuadro 4.Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto 7
Cuadro 5. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto. 11
Cuadro 6. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto. 12
Cuadro 7. Selección de especies para rescate y reubicación en el bosque de pino-encino 13
Cuadro 8. Selección de especies para rescate y reubicación en el bosque de encino 14
Cuadro 9. Lista de especies a rescatar y sus densidades 14
Cuadro 10. Coordenadas del lugar de acopio y reproducción de especies 17
Cuadro 11. Ejemplo de bitácora para el registro de individuos rescatados de flora 18
Cuadro 12. Coordenadas de las áreas de reubicación de ejemplares de flora 28
Cuadro 13. Costos estimados para las actividades de rescate y reubicación de flora 34
Cuadro 12. Calendarización de actividades (meses) 35

FIGURAS

Figura 1. Forma y tamaño de las unidades muéstrales 3
Figura 2. Ubicación del proyecto 5
Figura 3.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo 6
Figura 4.- Polígonos forestales 1 8

Figura 5.- Polígonos forestales 2 8
Figura 6.- Polígonos forestales 3 9
Figura 7.- Polígonos forestales 4 9
Figura 8. Ejemplo de sombreadero para ejemplares rescatados 16
Figura 9. Ubicación del lugar de acopio y reproducción de especies 17
Figura 10. Dimensiones del cepellón. 19
Figura 11. Extracción de arbustos y/o árboles pequeños 20
Figura 12. Esquema de una estaca para propagación vegetativa. 20
Figura 13. Esquema de raíz y su poda. 21
Figura 14. Esquema de apertura de cepa (CONAFOR, 2010). 23
Figura 15. Ilustración, forma de almacenaje de semillas 24
Figura 16. Ejemplo de siembra de semillas en almacigo 25
Figura 17. Acomodo de bolsas de polietileno en plantabandas 26
Figura 18. Área de reubicación de ejemplares de flora. 29
Figura 19. Jerarquización de la cuadrilla. 33

I. Introducción

De conformidad con el artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), todo proyecto que implique la remoción parcial o total de vegetación deberá incorporar un Programa de Rescate de Flora y Fauna. En este marco, el proyecto denominado “Modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km” contempla la afectación de una superficie aproximada de 8.2524 hectáreas de bosque de pino-encino y bosque de encino, ecosistemas de alta relevancia ecológica y ambiental.

En cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se presenta el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, cuyo propósito es garantizar la conservación de los recursos naturales potencialmente afectados por las actividades del proyecto. El programa describe los métodos, técnicas y procedimientos que se aplicarán durante las etapas de preparación del sitio, construcción y cierre del proyecto, con énfasis en las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El diseño del programa se fundamenta en una caracterización detallada de la flora presente en las áreas de intervención, obtenida mediante el análisis de índices de diversidad, composición florística y estatus de conservación. Se ha priorizado la identificación de especies clave, considerando su importancia ecológica, biológica y su condición de protección legal. Asimismo, la vegetación regional, incluyendo elementos representativos del bosque de pino-encino, será evaluada en función de su papel funcional dentro del ecosistema.

El objetivo principal del programa es mitigar los impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto, promoviendo la preservación de la biodiversidad local y asegurando el cumplimiento de los principios del desarrollo sustentable. Con la implementación de estas medidas, se busca no solo proteger los recursos naturales, sino también contribuir al mantenimiento del equilibrio ecológico de la región.

I.1 Objetivos

I.1.1 Objetivo general

- Diseñar un plan integral para el rescate y reubicación de flora, que incluya una descripción detallada de las técnicas apropiadas para proteger las especies vegetales presentes en el área del proyecto. Este plan dará prioridad a aquellas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las endémicas y/o de distribución restringida, garantizando su conservación y manejo adecuado.

I.1.2 Objetivos particulares

- Identificar las especies de flora silvestre dentro del área de Proyecto con importancia ecológica que pudieran verse afectadas por la ejecución de este.
- Describir las estrategias y técnicas para el rescate y reubicación de las especies identificadas, con la finalidad de ser ubicadas fuera del área del proyecto, es decir en el área de influencia del Proyecto.
- Desarrollar estrategias para garantizar la supervivencia de más del 80% de los individuos trasplantados.

I.1.3 Alcances

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora tiene como alcance la identificación, rescate, traslado y establecimiento de las especies vegetales presentes en el área de intervención, con énfasis en aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas o de distribución restringida. Las acciones se realizarán previo y durante las actividades del proyecto, considerando los ciclos biológicos de las especies para maximizar su supervivencia. Asimismo, se contempla el seguimiento y evaluación de la sobrevivencia y adaptación de las especies reubicadas mediante informes periódicos, hasta que la autoridad ambiental determine la conclusión del programa.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y de la región ecológica del proyecto

II.1 Metodología empleada para determinar la composición florística de las áreas afectadas

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es práctico enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos y así estimar el valor de los parámetros de la población; para las zonas extensas se citan muestreos aleatorios (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar las especies presentes en el Sistema Ambiental, se realizó un muestreo aleatorio simple (probabilístico), este muestreo consiste en lo siguiente:

“Muestreo aleatorio simple”: En esta técnica de muestreo todos los elementos de la población que serán elegidos para la muestra se seleccionan de manera aleatoria, de igual manera cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, a los elementos se le asigna un número que será único para su identificación (Malhotra, N. K., 2008).

Debido a lo anterior y a la necesidad que se tiene de representar las condiciones que tiene el Sistema Ambiental, se considera que toda la superficie dentro del área en cuestión cuenta con la misma probabilidad de ser elegida para muestrear, por lo que este método cumple

con las necesidades a cubrir por el proyecto al desplegar una malla de puntos aleatoriamente.

El muestreo aleatorio simple ha mostrado diferentes ventajas, como son:

- Selección de los elementos de manera equitativa, ya que tienen la misma probabilidad de selección
- Cada selección de elemento es independiente de las demás
- Tiende a producir muestras representativas.

Para la caracterización de la vegetación y el análisis de la composición florística del área del proyecto, se implementó un diseño de muestreo aleatorio simple. Este método se seleccionó con el objetivo de obtener una representación adecuada de la diversidad, composición y estructura de las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio. A continuación, se describen las unidades de muestreo consideradas para la aplicación de este diseño metodológico.

- ✓ Sitio rectangular de 0.08 ha (800 m^2). En esta unidad se contabilizaron, medirán y registrarán todos los individuos arbóreos cuyo diámetro normal (diámetro de fuste principal a una altura de 1.30 m sobre el suelo) sea mayor a 5 cm,
- ✓ Sitio rectangular de 0.04 ha (400 m^2). En esta unidad de muestreo se midieron y registraron todos los individuos arbustivos, epífitas y rosetófilas.
- ✓ Sitio rectangular de 1 m^2. En el centro del sitio de 800 m^2, se incluyó un segundo sitio de 1 m^2, en el que se contabilizaron y registraron las ejemplares herbáceos.

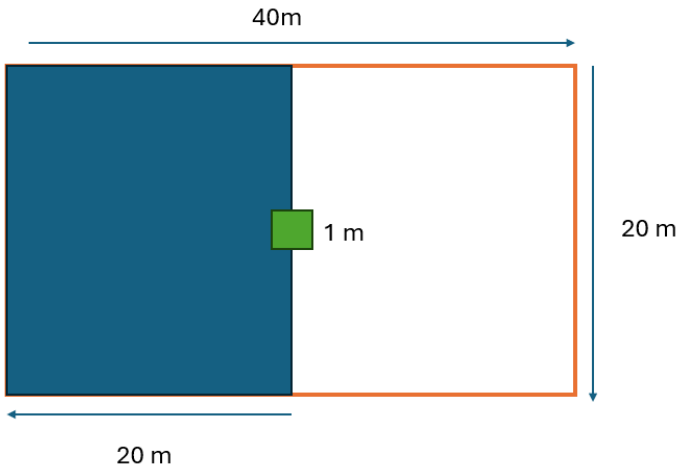


Figura 1. Forma y tamaño de las unidades muéstrales

En la tabla siguiente se presentan las variables medidas para cada uno de los estratos analizados.

Cuadro 1.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.

Estrato	Características	Variables medidas
Herbáceo	Individuos de especies cuyo tallo, raíz y ramaje carecen de las estructuras leñosas, se excluyen a las cactáceas.	**Número de individuos por especie.**
Arbustivo, Cactáceas (y plantas rosetófilas)	Individuos que no tiene un tronco predominante. Los troncos se ramifican a partir de la base (ramas). Presentan una altura generalmente menor a 5 metros. Las cactáceas tienen tallos suculentos capaces de almacenar y conservar agua, sustituyen sus hojas por espina. Las plantas rosetófilas son arbustos espinosos con hojas en forma de roseta	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol.
Arbóreo	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presentan un diámetro normal de al menos 5 cm (individuo adulto), y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable. Presenta una altura generalmente mayor a 5 metros. Se consideraron árboles en etapa juvenil con diámetro normal menor a 5 cm.	**Número de individuos por especie.** **Altura:** medida sobre el eje del árbol, entre el suelo hasta el ápice de la copa. **Diámetro normal:** medida que se realiza para medir el ancho de fuste del árbol a la altura de 1.30 m. **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.

II.2 Localización y vegetación en el área de proyecto.

El proyecto contempla la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan–Juxtlahuaca) – San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que conecta las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y El Paredón con la vía principal. El proyecto se ubica en el municipio de San Martín Peras, en el distrito de Juxtlahuaca, estado de Oaxaca.

Actualmente, el camino opera como una vía de terracería, lo que limita la movilidad, particularmente durante la temporada de lluvias, y genera afectaciones por emisión de polvo. Asimismo, sus condiciones geométricas actuales no son adecuadas para atender de manera eficiente la demanda vehicular presente y futura.

El proyecto considera la corrección de curvas, la pavimentación de la totalidad del tramo y la adecuación del ancho de corona a 7 metros, conforme a las especificaciones de un camino tipo D, mejorando la seguridad, conectividad y capacidad operativa de la infraestructura vial.

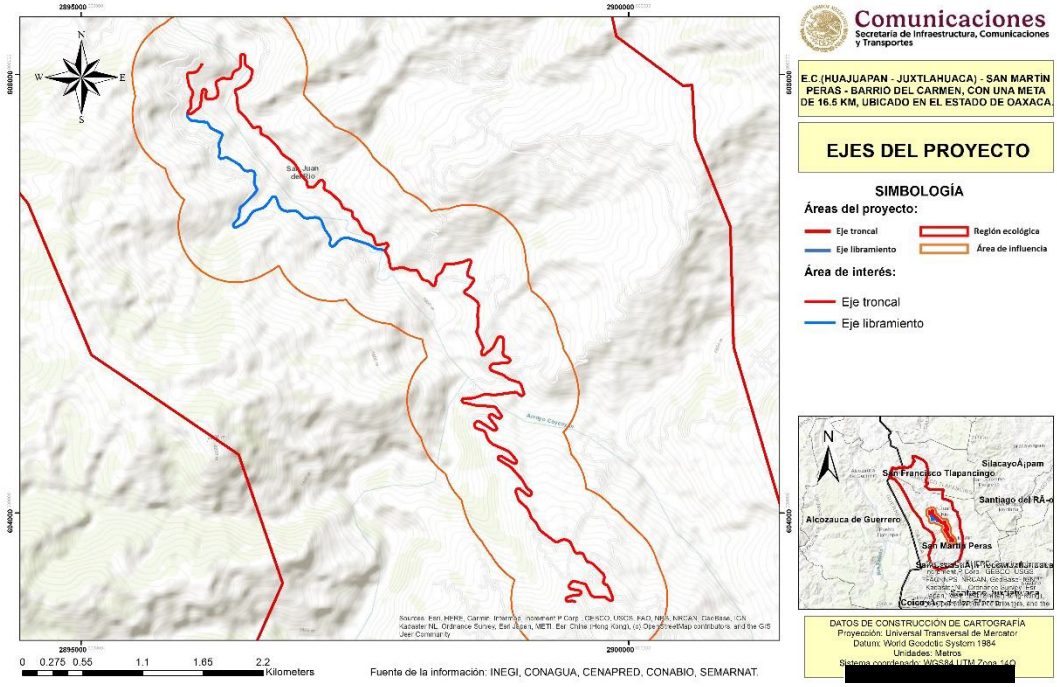


Figura 2. Ubicación del proyecto

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, el área de afectación del Proyecto, se encuentra dentro terrenos que actualmente presenta cultivos, asentamientos humanos, bosque de pino-encino y bosque de encino tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Usos del suelo y vegetación reportados en el área de proyecto

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

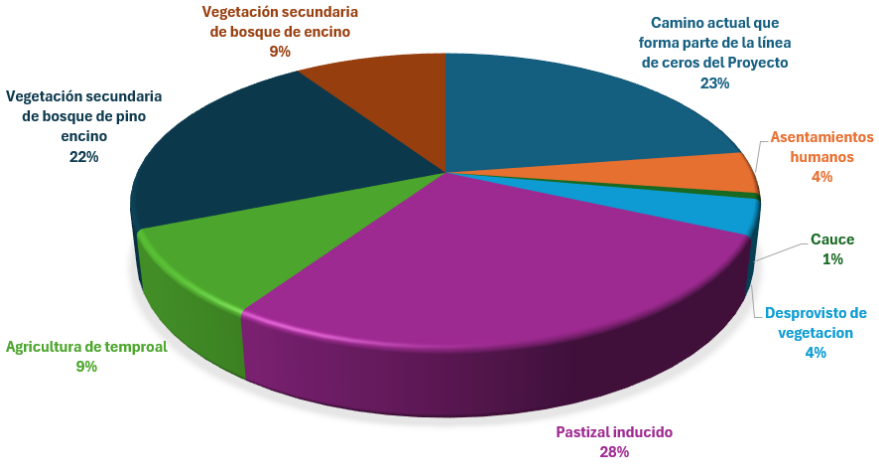


Figura 3.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 3..- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	**8.2524**	**100.00%**

II.2.1.1 Polígonos forestales

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 4.Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331

Numero	Polígono	USV	Superficie
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

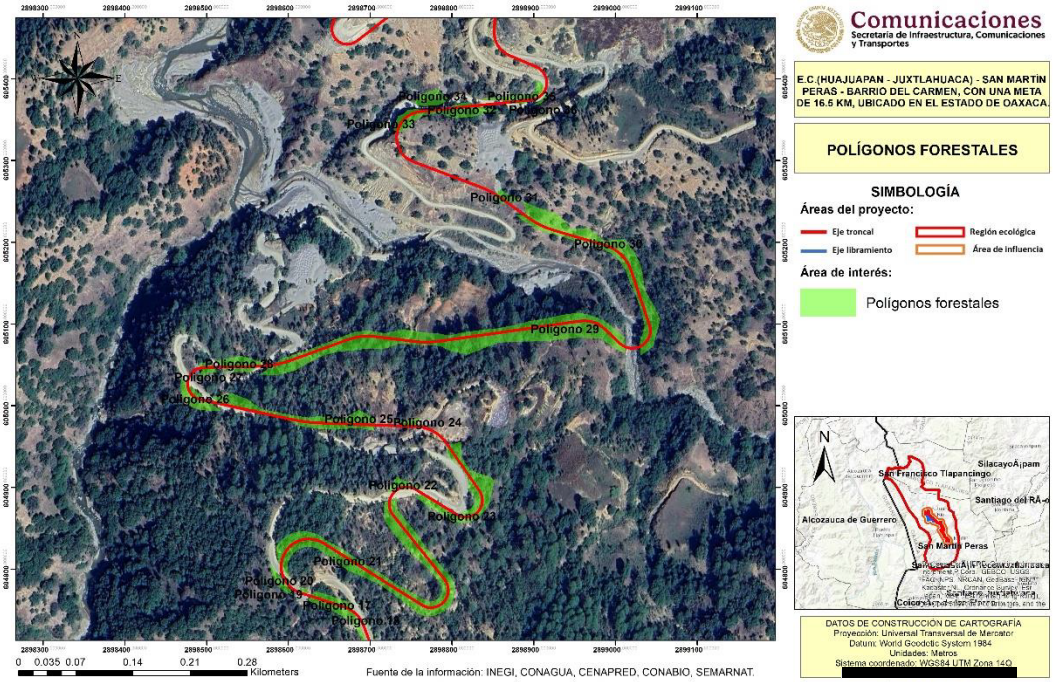


Figura 4.- Polígonos forestales 1

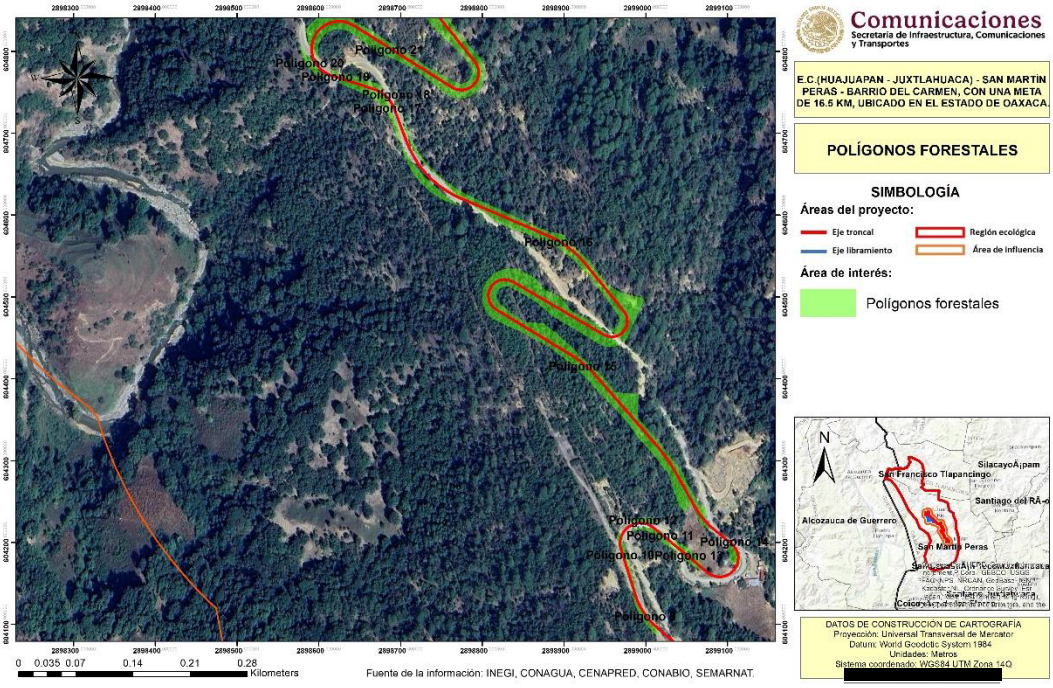


Figura 5.- Polígonos forestales 2

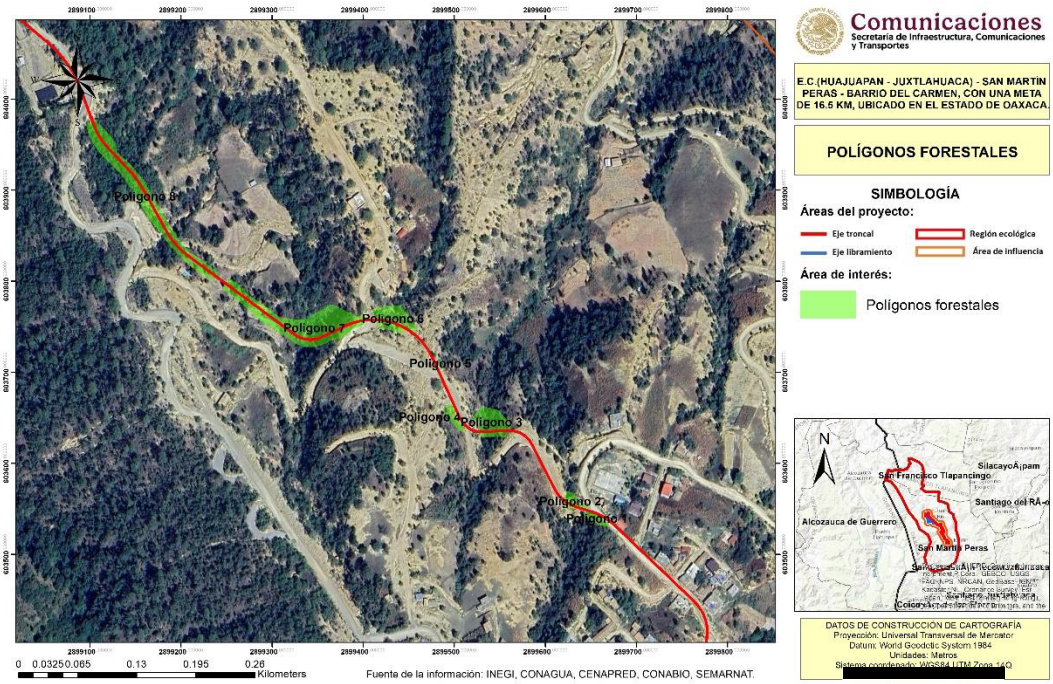


Figura 6.- Polígonos forestales 3

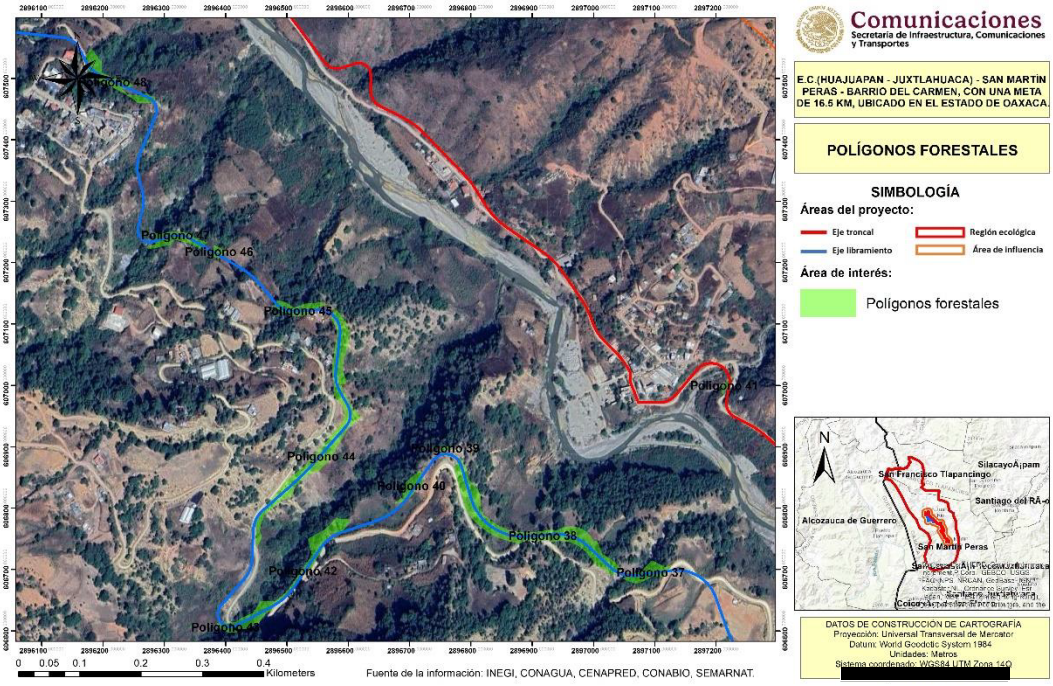


Figura 7.- Polígonos forestales 4

De acuerdo con el INEGI, los bosques de pino-encino constituyen comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México, distribuidas principalmente en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. Se desarrollan

en climas templados a cálidos subhúmedos, con temperaturas promedio de 10 a 28 °C y precipitaciones anuales de entre 600 y 2,500 mm.

Estas comunidades están integradas principalmente por especies de pino (Pinus spp.) y encino (Quercus spp.), con predominancia de las primeras, y presentan alturas que oscilan entre 8 y 35 metros. La composición y distribución de ambas especies está influenciada por el gradiente altitudinal, lo que favorece la formación de comunidades de transición entre ambos tipos de vegetación.

Por su parte, los bosques de encino están conformados por comunidades arbóreas, subarbóreas o arbustivas dominadas por especies del género Quercus. En México se distribuyen generalmente entre los 300 y 2,800 msnm y mantienen una estrecha relación ecológica con los bosques de pino, formando con frecuencia asociaciones mixtas.

En los apartados siguientes se describen las características de los tipos de vegetación identificados en el área del proyecto, con base en los resultados obtenidos durante el muestreo de vegetación realizado en campo.

II.2.1 Bosque de pino- encino en el área de proyecto (AP)

La vegetación secundaria de bosque de pino-encino en el área del proyecto (AP) corresponde a una comunidad en etapa sucesional, con una riqueza florística de 21 especies distribuidas en cuatro estratos ecológicos. Se identifican como familias más representativas Bromeliaceae, Fagaceae, Ericaceae y Fabaceae.

El estrato arbóreo presenta una densidad de 1,196.88 ind/ha y se encuentra fuertemente dominado por *Pinus oocarpa* (IVI 95.57), asociado a especies de Quercus (*Q. conspersa, Q. rugosa, Q. magnoliifolia y Q. elliptica*), que aportan la dominancia secundaria del estrato. El estrato arbustivo registra una densidad de 1,237.50 ind/ha, con codominancia de *Bejaria aestuans* (IVI 69.50) y la regeneración de *Pinus oocarpa*. El estrato epífito presenta 1,762.50 ind/ha, dominado por *Tillandsia schiedeana* (IVI 138.85). El estrato herbáceo constituye el de mayor densidad, con 85,000 ind/ha, dominado por la gramínea nativa *Aristida adscensionis* (IVI 137.63). En conjunto, estas características definen al AP como una unidad de vegetación secundaria con fuerte dominancia de especies pioneras.

En el siguiente cuadro se enlistan las especies registradas en el área de estudio. Con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

Cuadro 5. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

II.2.2 Bosque de encino en el área de proyecto

De acuerdo con los resultados del muestreo y el análisis de vegetación realizado para el bosque de encino, el ecosistema evaluado está conformado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, con una riqueza florística de cinco especies pertenecientes a tres familias botánicas. El estrato arbóreo está representado por las especies *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*, siendo *Quercus rugosa* la especie dominante en el estrato arbustivo, con una abundancia de 350 ind/ha, lo que evidencia su importancia estructural dentro de la comunidad vegetal. El estrato herbáceo está integrado por cinco especies, entre las que destacan *Elytraria mexicana* y *Mentzelia aspera* por su mayor representatividad y frecuencia dentro de las unidades de muestreo. Por su parte, el estrato arbustivo presenta una composición reducida, asociada principalmente a la regeneración natural de las especies arbóreas presentes en el sitio.

En términos generales, el bosque de encino del Área del Proyecto presenta una estructura vegetal simple, dominada por especies del género *Quercus* y con una baja riqueza florística, característica de comunidades vegetales con predominio de encinos.

Respecto a la presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los resultados obtenidos indican que ninguna de las especies registradas en

los estratos evaluados se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo establecida por dicha norma.

Cuadro 6. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

III. Criterios de selección de las especies sujetas a rescate.

A partir de la información presentada en el apartado anterior, se realizó una búsqueda exhaustiva para evaluar cada una de las especies listadas, con el objetivo de determinar si presentaban alguna de las siguientes características. Estas características fueron utilizadas como criterios clave para la selección de individuos a rescatar durante las actividades del proyecto:

- Especies consideradas bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies cuya distribución se limita a zonas específicas dentro del área de proyecto, lo que hace que su conservación sea especialmente relevante.
- Especies de lento crecimiento y/o de distribución restringida, las cuales son más sensibles a la perturbación y tienen mayores dificultades para regenerarse.
- Especies endémicas, que son exclusivas de la región y cuya preservación es crucial para la biodiversidad local.
- Especies con dificultades de regeneración, ya sea por su ciclo biológico o por las condiciones ambientales del área.
- Especies que representen un valor ecológico o cultural, aquellas que desempeñan funciones vitales en el ecosistema o que son de significativa importancia para las comunidades locales.

Es importante señalar que el rescate de la totalidad de los ejemplares susceptibles de afectación por las actividades del proyecto resulta técnica y operativamente inviable. Por ello, las acciones de rescate se enfocarán exclusivamente en aquellos individuos que cumplan con los criterios previamente establecidos, priorizando las especies de mayor relevancia ecológica, los ejemplares que presenten condiciones adecuadas de tamaño y estado fitosanitario, así como aquellos cuyo

hábito de crecimiento favorezca su extracción, traslado y establecimiento exitoso en los sitios de reubicación.

A continuación, se presentan los cuadros correspondientes a las especies consideradas para su inclusión en el programa de rescate, clasificadas por tipo de vegetación. Dichos cuadros integran las especies seleccionadas con base en los criterios de conservación definidos y los resultados obtenidos durante la caracterización y evaluación de la vegetación presente en el área del proyecto.

Cuadro 7. Selección de especies para rescate y reubicación en el bosque de pino-encino

Especie	Estrato	Abund. (ind/ha)	Criterios de selección			
			NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica	Presente sólo en el AP	Especies seleccionadas para rescate
Agarista mexicana	Arbóreo	63	-			
Bejaria aestuans	Arbóreo	97	-			
Pinus oocarpa	Arbóreo	856	-			
Quercus conspersa	Arbóreo	41	-			
Quercus elliptica	Arbóreo	25	-			
Quercus magnoliifolia	Arbóreo	34	-			
Quercus rugosa	Arbóreo	81	-			
Agarista mexicana	Arbustivo	169	-			
Baccharis salicifolia	Arbustivo	13	-		X	✓
Bejaria aestuans	Arbustivo	238	-			
Pinus oocarpa	Arbustivo	469	-			
Quercus conspersa	Arbustivo	44	-	X		✓
Quercus magnoliifolia	Arbustivo	44	-			
Quercus rugosa	Arbustivo	194	-			
Solanum ferrugineum	Arbustivo	44	-			
Vachellia farnesiana	Arbustivo	19	-			
Comarostaphylis glaucescens	Arbustivo	6	-	X		✓
Tillandsia bourgaei	Epifitas	81	-	X		✓
Tillandsia makoyana	Epifitas	244	-			
Tillandsia recurvata	Epifitas	350	-			
Tillandsia schiedeana	Epifitas	963	-			
Viridantha atroviridipetala	Epifitas	125	-	X		✓
Aldama dentata	Herbáceo	2500	-			

Especie	Estrato	Abund. (ind/ha)	Criterios de selección			
			NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica	Presente sólo en el AP	Especies seleccionadas para rescate
Aristida adscensionis	Herbáceo	65000	-			
Eriosema crinitum	Herbáceo	5000	-			
Muhlenbergia rigida	Herbáceo	7500	-			
Tephrosia pringlei	Herbáceo	5000	-	X		✓

Cuadro 8. Selección de especies para rescate y reubicación en el bosque de encino

Especie	Estrato	Abund. (ind/ha)	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica	Presente solo en el AP	Especies seleccionadas para rescate
Quercus magnoliifolia	Arbóreo	100	-	X		✓
Quercus rugosa	Arbóreo	262.5	-			
Quercus rugosa	Arbustivo	350	-			
Aldama dentata	Herbáceo	20000	-			
Aristida adscensionis	Herbáceo	60000	-			
Muhlenbergia rigida	Herbáceo	30000	-			

En total, se identificaron siete especies (7 spp.) que cumplen uno o varios de los criterios previamente mencionados, lo que las hace aptas para ser incluidas en el programa de rescate y reubicación. De dichas especies, una fue hallada exclusivamente en el área del proyecto. Además, cuatro de estas especies son endémicas.

En el cuadro siguiente se detallan los números específicos de individuos que serán rescatados por cada especie dentro del área de proyecto (AP), sumando un total de 30,656 individuos a rescatar. Para llevar a cabo este rescate, se han propuesto tres métodos principales: (i) rescate directo de individuos, (ii) recolección de germoplasma, y (iii) propagación vegetativa. Estos enfoques combinados buscan asegurar la viabilidad a largo plazo de las especies en su nuevo hábitat, así como su preservación genética.

Cuadro 9. Lista de especies a rescatar y sus densidades

Tipo de vegetación	Especie	NOM-059	Estrato	Distribución	Individuos para rescatar	Método de rescate
Bosque de pino-encino (5.7714 ha)	*Baccharis salicifolia*	-	Arbustivo	Nativa	72	Extracción de individuos
	Quercus conspersa	-	Arbustivo	Endémica	252	

Tipo de vegetación	Especie	NOM-059	Estrato	Distribución	Individuos para rescatar	Método de rescate
	Comarostaphylis glaucescens	-	Arbustivo	Endémica	36	
	Tillandsia bourgaei	-	Epifitas	Endémica	469	
	Viridantha atroviridipetala	-	Epifitas	Endémica	721	
	Tephrosia pringlei	-	Herbáceo	Endémica	28857	Recolección de germoplasma
Bosque de encino (2.4810 ha)	*Quercus magnoliifolia*	-	Arbóreo	Endémica	248	Extracción de individuos
Total					**30,656**	

IV. Metodologías y técnicas empleadas para el rescate de especies.

IV.1 Justificación y metodologías de técnicas utilizadas para la extracción y rescate de especies.

El rescate de los individuos vegetales será realizado por un equipo multidisciplinario integrado por biólogos, ingenieros ambientales, agrónomos y forestales, con apoyo de personal local con experiencia en campo y conocimiento del área del proyecto. En los apartados siguientes se describen los procedimientos técnicos y criterios para la identificación, extracción y reubicación de los individuos vegetales, a fin de minimizar los impactos ambientales del proyecto.

IV.1.1 Lugar de acopio y reproducción de especies

El rescate de los individuos vegetales iniciará con la selección de un sitio de acopio, cuya función será recibir y mantener los ejemplares rescatados hasta su reubicación final. Este sitio se ubicará en una zona estratégica, preferentemente cercana a los puntos de rescate, con el fin de facilitar el traslado y reducir el estrés y daño a las plantas durante su movilización.

El sitio de acopio se establecerá, de manera preferente, dentro de la franja de afectación del proyecto, y en áreas de fácil acceso que permitan el suministro de recursos necesarios, como agua, sustrato y materiales para el manejo y mantenimiento de los ejemplares rescatados.

Asimismo, el sitio deberá contar con condiciones de sombreado para evitar el estrés térmico. La sombra podrá ser proporcionada por la vegetación existente o mediante la instalación de malla sombra de polietileno con un grado de sombreado aproximado del 70 %. Las condiciones ambientales deberán mantenerse dentro de un rango de temperatura entre 15 y 35 °C, con disponibilidad continua de agua para riego.



Figura 8. Ejemplo de sombreadero para ejemplares rescatados

La casa de sombra o sombreadero será utilizada como área de resguardo y aclimatación para los individuos que no puedan ser trasplantados de manera inmediata. Estas estructuras permiten generar un microambiente controlado que reduce la radiación solar directa y favorece la adaptación de las plantas tras su remoción. Para la construcción de la casa de sombra se seguirán los siguientes pasos (Menchaca, Moreno, Sanchez, Sageth, & Ventura, 2015):

1. Se deberá partir de la elección del terreno adecuado, que esté cerca del área de proyecto para la inspección continua de las plantas.
2. El terreno preferentemente deberá ser plano, la orientación será preferible con exposición del sol por las mañanas y cerca de una red de distribución de agua, así facilitará el riego.
3. Se levantará una estructura con cuatro postes principales y disposición a dos aguas. Los postes serán elaborados con materiales del lugar que pueden ser palma, bambú, encinos o cualquier otro posteado que sea fácilmente reemplazable. En caso contrario se pueden utilizar postes de tubo estructural cuadrado de metal (soldado) 70 x 70 x 3 mm.
4. Para la instalación de los postes se debe hacer una excavación de al menos 0.50 cm, colocar el poste y rellenarlo con mezcla de cemento y grava pequeña para que quede fijo. Esto se debe hacer en las cuatro esquinas.
5. Una vez que los tubos estén fijos se recomienda que se coloquen dos postes de troncos de madera o bambú que mida 3 m. Esto con la finalidad de que el techo tenga cierta pendiente y evite acumulación de hojarasca.
6. Cuando todos los postes estén instalados, se procede a instalar la malla sombra (preferentemente de un calibre de 80% de sombra para lugares abiertos, o bien, de 50% para lugares que tengan vegetación espesa circundante). Posteriormente se coloca sobre la estructura ya establecida y se procura que la malla quede justa.
7. Se recomienda que el suelo sea cubierto con tezontle o grava volcánica, arenilla o algún otro material que por un lado evite la acumulación de lodo y por el otro, promueva el correcto drenaje del agua.

A continuación, se presenta el cuadro y figura que ilustran la ubicación tentativa del área de acopio de ejemplares y reproducción, la cual se encuentra dentro del derecho de vía del proyecto, garantizando su acceso fácil y seguro durante todo el proceso de rescate y reubicación.

Cuadro 10. Coordenadas del lugar de acopio y reproducción de especies

Coordenada X	Coordenada Y	Zona UTM
578923.00	1923733	14 Q

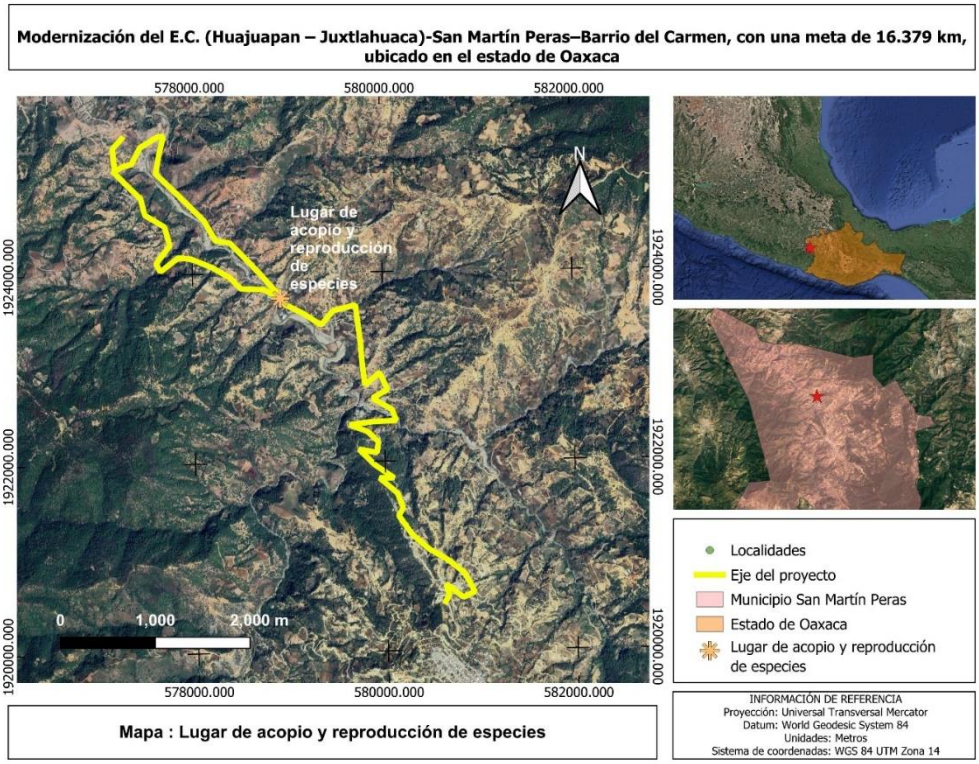


Figura 9. Ubicación del lugar de acopio y reproducción de especies

IV.1.2 Delimitación del área de afectación

Previo al inicio de la actividad de rescate, se instalarán marcas visibles en los límites del área del Proyecto, para que el personal visualice fácilmente los límites de las zonas de rescate, evitando así extraer individuos que no serán perjudicados por las obras del proyecto y, por el contrario, poder identificar todas aquellas que sí serán afectadas.

Cada brigada se distribuirá a lo ancho del área del derecho de vía, y de manera ordenada recorrerán los sitios que serán impactados por el proyecto. Para asegurar el rescate total de los individuos de las especies enlistadas, se asignará a cada trabajador una línea específica de

búsqueda a lo largo del sitio donde se realizará el Proyecto, asegurándose de recorrer, localizar y rescatar los individuos programados.

IV.1.3 Registro de datos

Antes de iniciar con la extracción de individuos en la superficie del proyecto, se registrarán datos referentes a sus características ecológicas rescate para que sirvan de referencia en la elección del micrositio donde serán trasplantadas durante la etapa de reubicación. De cada individuo rescatado se registrarán datos como nombre de la especie, daños y/o enfermedades presentes, y su exposición con respecto al sol, esto con el fin de saber sus condiciones de desarrollo y la manera en que prosperan dichas especies en cada tramo de distribución. Lo cual resulta de vital importancia para evitar efectos negativos del ambiente sobre el adecuado desarrollo de la planta; ya que de no hacerlo la planta podría llegar a morir. Los datos registrados durante la etapa de extracción serán compilados en una bitácora de campo.

Cuadro 11. Ejemplo de bitácora para el registro de individuos rescatados de flora

Folio	Nombre común	Nombre científico	Coordenadas de sitio de rescate		Altitud	Fecha	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Estado fitosanitario	Observaciones
			X	Y						

IV.1.4 Extracción de individuos

Considerando las diferentes formas de vida de los individuos a rescatar, en los siguientes apartados se describe el proceso que se seguirá para cada uno de ellos.

a) Arboles

En el caso de los árboles serán extraídos por el método de “Banqueo”, el cual consiste en hacer una zanja alrededor del árbol con el fin de formar un cepellón, que es una masa formada por las raíces del árbol y el suelo. El diámetro del cepellón deberá ser 10 veces el diámetro del tronco del árbol, medido 30 cm arriba del cuello de la raíz. Por otro lado, la profundidad será 1/3 de la altura total del individuo. Los cortes del suelo deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con cortes limpios (tijeras de poda). Posteriormente, el cepellón puede ser cortado por debajo con una cierra de cadena manual para corte de madera. El cepellón debe ser protegido para evitar daños por roturas o desecación; esto puede hacerse de dos maneras: por la técnica de arpillado, la cual consiste en envolver el cepellón con un material como la arpilla o la tela de costal natural o sintética y amarrarlo en forma de tambor, con cuerdas de henequén. La otra opción es introducir el cepellón en una bolsa de polietileno y amarrarla por arriba del cuello de la raíz.

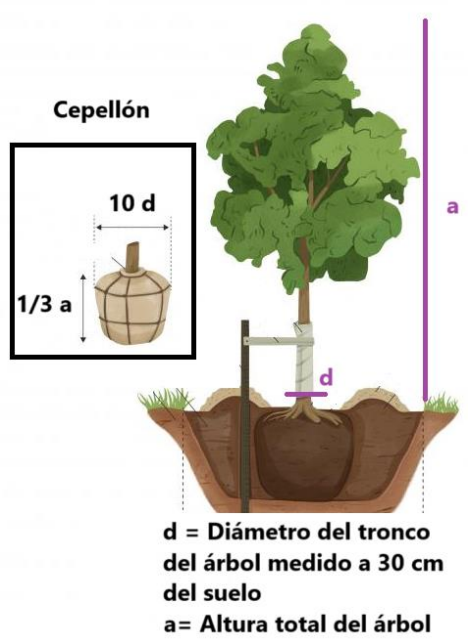


Figura 10. Dimensiones del cepellón.

b) Arbustos y árboles pequeños

Para la extracción de arbustos y/o árboles pequeños se utilizará un procedimiento similar al banqueo, en primera instancia se recortará el perímetro alrededor de la planta que se desea mover, usando una pala afilada para cortar las raíces. El perímetro tendrá que cavarse dentro de la línea de goteo de la planta, de lo contrario, el cepellón será demasiado grande para manejarlo. La línea de goteo es el área del suelo directamente debajo del follaje (Figura 11) Una vez realizadas las acciones anteriores se extraerá el cepellón con ayuda de dos palas y se colocará en un arpilla o costal para proteger las raíces. Luego se podará el follaje y quitarán ramas enteras, esto es necesario para compensar un cepellón más pequeño, para que la planta no sufra estrés hídrico.

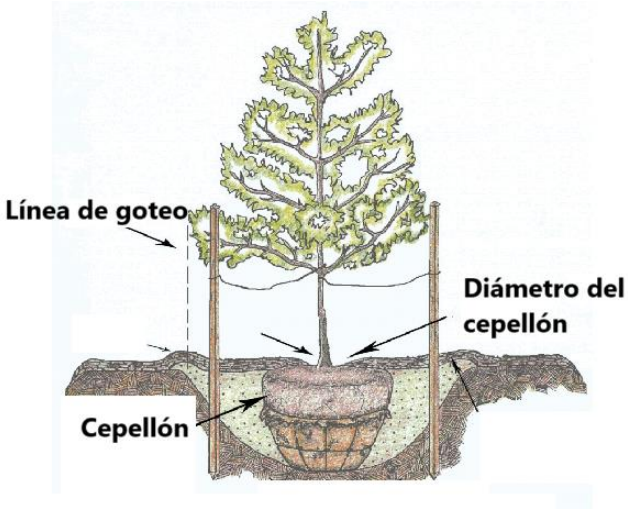


Figura 11. Extracción de arbustos y/o árboles pequeños

c) Epífitas

La extracción de epífitas se realizará con la ayuda de un machete o navajas pequeñas, cuidando de no perder ningún órgano importante, tratando de conservar la mayor integridad posible del sistema radical sin que sean desprendidos del sustrato (rama, tronco, raíz) y manteniendo también parte del sustrato en el que se venían desarrollando. Se priorizará el rescate de ejemplares de epífitas juveniles y adultos, descartando aquellos en etapa de senescencia. Además, se descartarán ejemplares que presenten signos que pudieran interferir en su futuro desarrollo e impidieran su adaptación en los nuevos hospederos como signos de afección de enfermedades o plagas; y daño significativo durante la tala del hospedero.

IV.1.5 Propagación vegetativa

En el caso de que algunos individuos no puedan ser extraídos, entonces se aplicará la técnica de “estacas”, la cual consiste en cortar las secciones distales de las ramas jóvenes de unos 20-30 cm de largo; el corte deberá hacerse justo debajo de un nudo (Figura 12). La colecta se realizará en las primeras hojas de la mañana. Posteriormente las estacas se impregnarán con enraízante y se colocarán en bolsas resellables con perlas de hidrogel o bien serán asperjadas con agua antes de guardarlas en la bolsa.

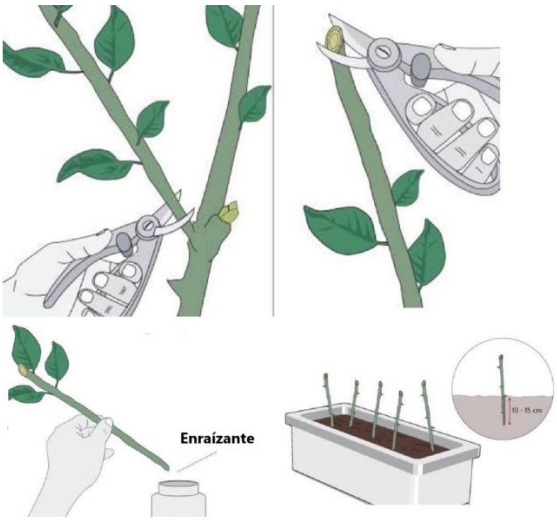


Figura 12. Esquema de una estaca para propagación vegetativa.

IV.1.6 Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento

Se deberá llevar el registro de todas las plantas que ingresen al sitio de acopio, con la información que se obtuvo del sitio donde originalmente se encontraba cada ejemplar. Es necesario

mencionar, que se deberá contar estrictamente con vigilancia durante todo el tiempo que permanezca habilitado el sitio de acopio, con el fin de evitar el posible saqueo de especies que se encuentren en él, tanto de saqueadores como de la fauna.

Una vez que la planta fue registrada será trasplantada a una maceta de plástico de tamaño adecuado a las dimensiones de la planta. En caso de que no se tengan macetas a la mano se deberán colocar en bolsas de plástico negras para vivero, en bolsas de papel estraza o en su defecto en papel periódico. Para el trasplante en macetas, se deberá de tomar de la misma tierra del sitio donde se obtuvo el ejemplar.

Previo al trasplante en la maceta, se podarán todas aquellas raíces que sufrieron algún daño durante la etapa de rescate. Es de suma importancia evitar en lo posible cortar o dañar las raíces principales (Figura 13), en caso de que esta exista; ya que de esta raíz depende la principal fuente de abastecimiento de agua y nutrientes de la planta y por lo tanto también su sobrevivencia.

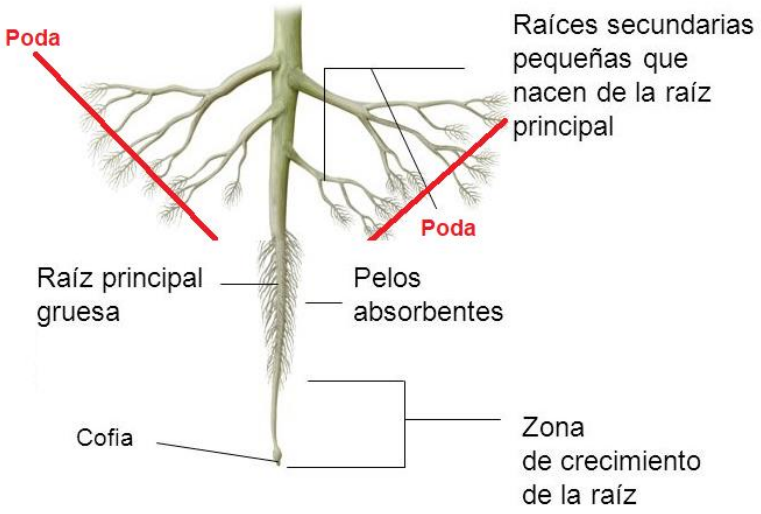


Figura 13. Esquema de raíz y su poda.

Posteriormente se lavarán y de preferencia, en caso de tener las sustancias adecuadas, se aplicará una mezcla de enraizador (Radix 1500) y fungicida (Captan) en relación 1:1. En caso de no contar con las sustancias mencionadas, simplemente se deberá permitir la aireación y cicatrización de las raíces en un espacio seco y bien ventilado, durante tres a cuatro días.

El mantenimiento de los organismos en las áreas elegidas para ello se realizará de la siguiente manera:

- El vivero deberá contar con las condiciones necesarias para el mantenimiento de los ejemplares.
- Se realizará una inspección cada semana por parte de personal especializado con el fin de verificar que los ejemplares se encuentren en buenas condiciones.
- La disposición de nutrientes (fertilizantes, abono, etc.) se realizará según sea necesario, esta medida será tomada por el residente ambiental.

- Al igual que el punto anterior el saneamiento de los organismos se realizará según las condiciones que se presenten, ya que si el organismo se encuentra en buenas condiciones no será necesario realizar ninguna actividad de saneamiento.
- El periodo y cantidad de riego del ejemplar será también decidido por el residente ambiental según las condiciones ambientales que se presenten y el lugar en donde se encuentren estos ejemplares.

IV.1.7 Endurecimiento y transporte de los ejemplares

Previo al transporte y reubicación de los individuos, estos deben someterse a un proceso de "endurecimiento", en cual se reducen de manera paulatina la aplicación de riego, fertilizantes y sombra, hasta que estos se suspenden de manera definitiva. Dicho proceso dura aproximadamente un mes, y tiene como objetivo aclimatar a los individuos vegetales para que puedan sobrevivir o crecer bajo situaciones de estrés.

Una vez que los individuos superaron la etapa de cicatrización y endurecimiento se procederá con el transporte a las zonas de reubicación. El método de traslado de las especies rescatadas en campo, al vehículo automotor y de este al área de cicatrización, dependerá del tamaño de los individuos. El transporte de los individuos pequeños se realizará mediante el acomodo de las plantas en colotes y/o en carretillas, para evitar el maltrato de los ejemplares. Los individuos de porte grande se transportarán amarrándolos con un lazo grueso alrededor del tallo para evitar el menor daño posible a la planta, la cual será cargada por dos o más personas.

IV.1.8 Trasplante

El trasplante en campo se realiza una vez que la planta ha pasado por un periodo de cicatrización y enraizamiento, mismo que es variable dependiendo de la especie. Es de suma importancia que el restablecimiento de las plantas debe efectuarse de preferencia un poco antes de la temporada de lluvias, para proporcionar las condiciones naturales de humedad y evitar estrés y marchitamiento.

La preparación del suelo para el replante consistirá en hacer las cepas (hoyos abiertos en el suelo donde se planta el ejemplar) necesarias para el trasplante de los individuos rescatados, para ello se tomarán en cuenta las dimensiones del terreno. La cepa debe ser al menos un 30% mayor al tamaño del cepellón y tener un bordo de tierra compactada pendiente abajo, con el propósito de aumentar la capacidad de captación de agua de la cepa. La forma de hacer la cepa es la siguiente (Figura 14):

- Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta. La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

- Previamente debe removerse el contenedor del cepellón; ya que sí se deja puede provocar deformaciones radiculares irreversibles; ocasionando graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reubicación.
- Se debe sostener con una mano la planta y colocarse en posición vertical dentro de la cepa.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor del cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para evitar que existan espacios de aire entre la cepa y el cepellón se debe compactar la tierra que rodea a este último por medio del pisoteo. En caso de que la cantidad de tierra en el cepellón sea poca, entonces se debe compactar con la mano.
- Si es necesario se deberán colocaran tutores en la planta y se protegerá el área con cercas para evitar el paso de fauna y ganado.
- Finalmente, se registrará para cada organismo: las coordenadas UTM de lugar de la plantación y la fecha de trasplante; información que será integrada a una base de datos.

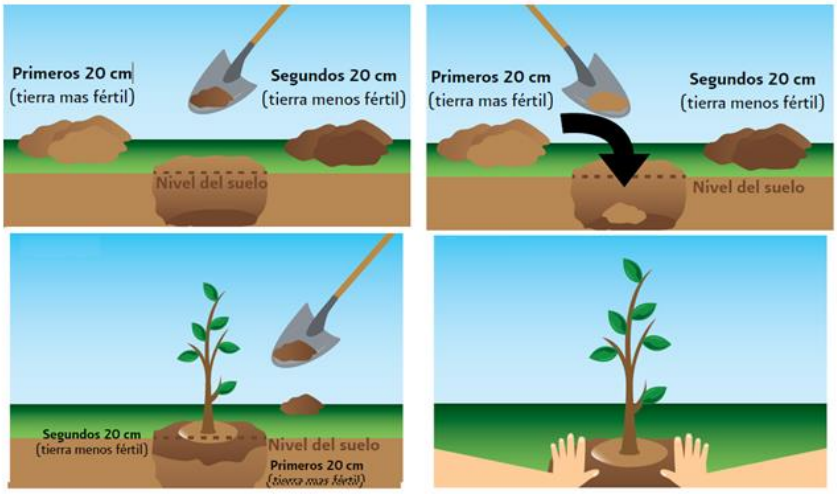


Figura 14. Esquema de apertura de cepa (CONAFOR, 2010).

IV.2 Justificación y metodologías de colecta de germoplasma de especies sujetas a rescate y reubicación

IV.2.1 Recolección y almacenamiento

Uno de los métodos de producción de planta más utilizados es a través de semilla de especies nativas, en este caso, de las especies por afectar con el desarrollo del proyecto. En este sentido, para obtener germoplasma de calidad, la semilla debe colectarse de individuos sanos y vigorosos que cumplan con las características deseadas (producción maderable, restauración, escénica, etc.).

Las semillas se limpiarán y se almacenarán temporalmente en frascos cerrados, previamente tratadas con insecticida. Serán resguardaos con el frasco cerrados, a la sombra y con temperaturas de entre 15° a 19° C.



Figura 15. Ilustración, forma de almacenaje de semillas

IV.2.2 Germinación y siembra

Para la producción de planta se darán tratamientos pregerminativos a las semillas a utilizar dependiendo de las características de estas, pudiendo ser: escarificación (romper, rayar, lijar), inmersión en agua a temperatura ambiente o caliente, aplicación de químicos como ácidos, etc. La siembra de la semilla se realizará en almácigos o en camas de germinación, las cuales tendrán una mezcla de sustrato de musgo más una parte de vermiculita o de tierra negra con un cuarto de arena, que se humedecerá lo suficiente para la siembra. En las siguientes imágenes se puede apreciar a manera de ejemplo la realización de las actividades de siembra de semilla.



Figura 16. Ejemplo de siembra de semillas en almacigo

Es importante destacar que la germinación y siembra de las semillas colectadas se llevará a cabo en el sitio de acopio de ejemplares rescatados, el cual ya fue descrito en apartados anteriores, indicando tanto su ubicación geográfica como el proceso constructivo.

IV.2.3 Trasplante

Una vez que las plántulas emerjan en los almácigos o en las camas de germinación y que cuenten con hojas verdaderas o tengan unos 10 cm de altura, se procederá a su extracción para su trasplante en envases que pueden ser contenedores o bolsas de polietileno. La extracción se realizará con una espátula, navaja o una vara delgada con la finalidad de evitar daños a las raíces.

Las plántulas trasplantadas en bolsas o contenedores serán acomodadas en plantabandas, las cuales estarán sombreadas con malla sombra al 50%. En este lugar permanecerán las plántulas para su crecimiento hasta alcanzar una altura de 25 a 30 cm, durante dicho tiempo se les proveerá de riegos periódicos, deshierbes y monitoreo contra plagas y enfermedades. Una vez que las plantas hayan alcanzado el tamaño adecuado, se colocarán en condiciones de sol o se retirará la malla sombra con la finalidad de que el tallo se lignifique (se haga leñosos) y se aclimaten a las condiciones ambientales similares a las del sitio de plantación.



Figura 17. Acomodo de bolsas de polietileno en plantabandas

V. Propuesta de acciones para el albergue temporal y rehabilitación de especies rescatadas.

V.1 Medidas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares rescatados.

Se resalta la necesidad de que las actividades de rescate y posteriormente las de plantación se lleven a cabo conforme a lo establecido en sus programas, además que estén acompañadas de la supervisión y capacitación adecuada

V.1.1 Capacitación

El rescate será organizado y coordinado por especialistas y personal capacitado en flora y vegetación, que a su vez coordinarán brigadas de rescate que realizarán las actividades de protección y conservación de flora. Estas brigadas iniciarán los trabajos de rescate previo a la ejecución del proyecto. Para ello, se les impartirá previamente una capacitación, en la que se abordarán los siguientes temas:

- Técnicas de extracción
- Transporte y manipulación de los individuos
- Labores de mantenimiento
- Requerimientos y selección de sitios de reubicación específicos por especie
- Metodología de plantación
- Monitoreo de individuos trasplantados
- Medidas de seguridad ocupacional a tomar en cuenta durante el manejo de la flora.

V.1.2 Mantenimiento

El periodo de mantenimiento durará aproximadamente 6 meses. Durante este periodo se llevarán distintas actividades cuyo principal fin es permitir que la planta se establezca en el nuevo sitio con éxito. Las principales actividades de mantenimiento a realizar son:

a) Mantenimiento a las obras de conservación de suelo. Para cada ejemplar, durante su reubicación se realizará una terraza individual, la cual deberá ser desazolvada anualmente durante un periodo de 3 a 5 años, para garantizar que durante ese tiempo la terraza esté almacenando agua para mejorar las condiciones de humedad del ejemplar.
b) Riego. Se realizará un riego inicial el mismo día de la plantación o al siguiente día de ser trasplantadas. Los riegos dependerán de la especie que se trate y de la precipitación pluvial en el área. Su programación se basará en el reporte de supervisión del rescate de flora silvestre.
c) Aplicación de fertilizantes y funguicidas e insecticidas. Dada la respuesta que presenten los individuos rescatados a las nuevas condiciones del sitio de reubicación se podrá efectuar fertilización. Así también se requiere de monitoreo constante para detectar oportunamente la presencia de cualquier plaga que se presenta para ser atacado y evitar focos de infección. La aplicación de funguicidas se realiza principalmente cuando alguna planta sufre alguna herida. Mediante la supervisión se determinará si algún ejemplar requiere de este tipo de tratamiento y se hará una pronta programación para llevarla a cabo en las plantas que sea necesario.

Esas actividades de mantenimiento se deberán realizar en función de las condiciones de la planta y del sitio de reubicación. Además, se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación. Se deberá además elaborar un calendario de las actividades de rescate que será contemplado con la supervisión.

V.2 Medidas emergentes para corregir una sobrevivencia menor al 80 % de individuos rescatados

V.2.1 Reposición de planta muerta

En caso de que la supervivencia sea menor al 80% establecido en los objetivos, se revisarán las condiciones y la metodología aplicada, con el propósito de corregir cualquier desviación. De ser necesario, se implementarán medidas de mitigación de emergencia, como la reproducción mediante esquejes de las especies afectadas, a fin de alcanzar la meta fijada sin comprometer la preservación de los organismos. En última instancia, el promovente deberá recurrir a la adquisición de plantas o a su producción en un vivero temporal, con el objetivo de asegurar y mantener el porcentaje de supervivencia requerido.

VI. Sitios propuestos para reubicación de especies rescatadas y rehabilitadas.

Dada la magnitud del proyecto y las acciones a realizar, se considera factible la revegetación dentro de la región ecológica, buscando que cumplan con las características físicas semejantes a los sitios donde se encontraban los individuos antes de ser extraídos, además se considerarán los siguientes criterios de selección.

- Condiciones microclimáticas y edáficas similares a las del sitio original de la planta.
- Cercanía entre los hábitats naturales y los del trasplante, a fin de evitar el estrés de las plantas durante el transporte de estas.
- Ubicar los sitios de trasplante cerca de la superficie del proyecto.
- Se contemplarán además las condiciones originales que presenta la flora a rescatar previamente a ser extraídas, condiciones tales como nodrizaje de la especie a rescatar.
- Los sitios de reubicación deberán presentar una cubierta vegetal homogéneo a la encontrada de las plantas extraídas y estar ubicados fuera del área de afectación directa por la realización del proyecto.

Considerando los criterios antes expuestos se seleccionó el siguiente sitio como área de reubicación de los ejemplares de flora.

Cuadro 12. Coordenadas de las áreas de reubicación de ejemplares de flora

Tipo de vegetación	ID	X	Y
Bosque de pino-encino	0	578517	1924795
	1	578611	1924812
	2	578621	1924812
	3	578724	1924916
	4	578791	1924997
	5	578734	1925022
	6	578673	1924999
	7	578645	1924999
	8	578549	1924997
	9	578529	1924995
	10	578500	1924992
	11	578474	1924994
	12	578424	1924984
	13	578389	1924968
	14	578369	1924938
	15	578380	1924922
	16	578389	1924907
	17	578423	1924880
	18	578442	1924850
	19	578456	1924844
	20	578477	1924819
	21	578461	1924783
	22	578517	1924795
Bosque de encino	0	578850	1923831
	1	578855	1923814
	2	578862	1923807
	3	578867	1923801
	4	578879	1923792
	5	578888	1923789
	6	578897	1923787
	7	578916	1923789
	8	578928	1923794
	9	578943	1923799
	10	578969	1923807
	11	578987	1923808
	12	578995	1923819
	13	578996	1923811
	14	578982	1923821
	15	578960	1923820
	16	578938	1923813
	17	578933	1923812
	18	578931	1923823
	19	578938	1923832
	20	578953	1923848
	21	578959	1923862
	22	578974	1923877
	23	578982	1923901
	24	578987	1923913
	25	578986	1923925
	26	579036	1924009

Tipo de vegetación	ID	X	Y
	27	579037	1924024
	28	579024	1924033
	29	579015	1924033
	30	579007	1924037
	31	579015	1924052
	32	579026	1924053
	33	579037	1924043
	34	579043	1924040
	35	579057	1924062
	36	579056	1924079
	37	579058	1924094
	38	579060	1924099
	39	579059	1924109
	40	579042	1924093
	41	579038	1924086

Tipo de vegetación	ID	X	Y
	42	579031	1924095
	43	579028	1924120
	44	579018	1924113
	45	579007	1924102
	46	579003	1924072
	47	579001	1924060
	48	578952	1923991
	49	578935	1923974
	50	578917	1923958
	51	578895	1923944
	52	578884	1923928
	53	578884	1923903
	54	578880	1923885
	55	578879	1923869
	56	578850	1923831

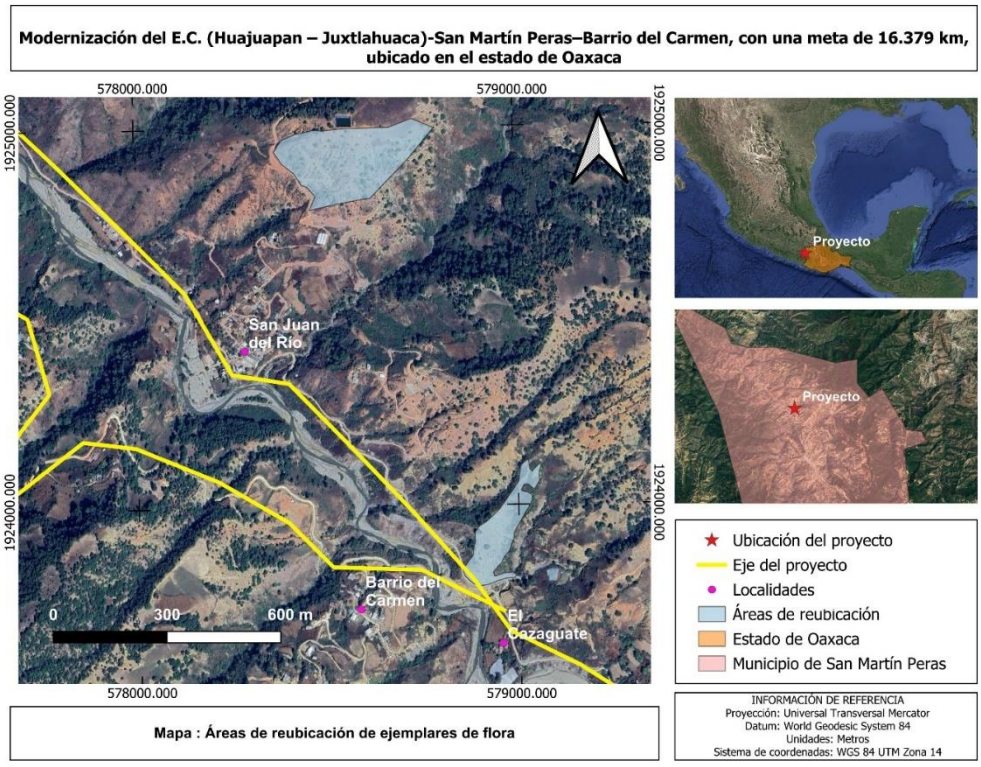


Figura 18. Área de reubicación de ejemplares de flora.

VII. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones.

Después de haber establecido la plantación y de brindarle acciones para garantizar su supervivencia, se procederá a realizar el monitoreo mensual, en donde se evaluará a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, en este caso se emplearán la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de la planta, la forma de obtenerlos es la siguiente:

VII.1 Evaluación de la sobrevivencia

La sobrevivencia se refiere a la proporción de individuos vivos en relación con el número de individuos plantados. Para obtener el porcentaje de sobrevivencia se utilizará la formula siguiente:

$$\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{Individuos vivos despues del trasplante}}{\text{Individuos trasplantados}} \text{ x } 100$$

VII.2 Evaluación del vigor

Para determinar el vigor en los individuos plantados se utilizará la siguiente clasificación:

a) Excelente. Es aquel individuo que sobresale por su porte y tiene una altura superior a los demás, el diámetro también puede ser de los mayores o por lo menos superior al promedio y además tiene una buena conformación;
b) Vigor normal. Son individuos que tienen características comunes a la mayoría del arbolado, tanto en crecimiento en altura como en diámetro y conformación; y
c) Raquítico. Son individuos que crecieron suprimidos o que su desarrollo en altura y diámetro está muy por abajo del nivel de los demás, y puede ser un árbol que está próximo a morirse.

VII.3 Estado fitosanitario

Por medio de este indicador se conocerá la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

Para evaluar la posible afectación a individuos por agentes externos se utilizará la siguiente clasificación:

1) Ausencia de daño: no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades;
2) Daño humano: manifiesta heridas causadas por el hombre;
3) Incendios, presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje;
4) Insectos: daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores;
5) Viento, descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire;

6) Enfermedades, daños causados o indicados principalmente por hongos (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis);
7) Roedores, daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones;
8) Pastoreo, pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos y
9) Otros, cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

En caso de presentarse una sobrevivencia menor a lo establecido en los objetivos (sobrevivencia del 80%), se verificarán las condiciones y la metodología aplicada, a fin de corregir cualquier desviación de ésta. De ser necesario se presentarán medidas de mitigación de emergencia, las cuales podrían incluir la reproducción mediante esquejes de las especies que estén siendo afectadas y alcanzar la meta fija sin detrimento de la preservación de los organismos.

VII.4 Informes de avances y resultados

Durante el desarrollo del programa de Rescate de flora se deberá mantener un control y registro de las actividades planteadas, para lo cual se deberán utilizar los instrumentos necesarios (bitácoras, formatos, etc.) para asegurar y verificar el cumplimiento de los objetivos planteados. Por lo que se generarán los informes de avances y desarrollo de actividades bajo los esquemas y medidas de mitigación establecidas, en el que se registrarán los resultados de las actividades de seguimiento.

VIII. Responsables de las acciones.

A continuación, se describen los requisitos que debe de cumplir el personal involucrado en las actividades de rescate y reubicación:

- **Coordinador de cuadrilla:** Deberá ser un profesionista con formación universitaria en áreas afines a las actividades de rescate y manejo de recursos naturales, preferentemente en Ingeniería Forestal, Ingeniería Agronómica, Biología o disciplinas relacionadas. Entre las competencias requeridas destacan la capacidad de organización, liderazgo, comunicación efectiva, toma de decisiones y resolución de conflictos. Asimismo, deberá contar con los conocimientos necesarios para la identificación de las especies sujetas a rescate. Sus funciones comprenderán la planeación, coordinación, supervisión y evaluación de todas las actividades relacionadas con el rescate de flora. Será responsable de capacitar y asesorar al personal técnico y operativo en el uso adecuado del equipo, materiales y procedimientos de rescate; asignar y supervisar las actividades de cada integrante de la cuadrilla; programar y ajustar los tiempos de trabajo; elaborar informes técnicos; estimar costos operativos; y coordinar las acciones con la empresa responsable del proyecto. Además, deberá documentar las especies rescatadas, el número de individuos atendidos, su estado de conservación, los sitios de reubicación y las condiciones bajo las cuales se realiza el traslado. Será el responsable directo de la cuadrilla y reportará sus actividades al Supervisor de Protección Ambiental.

- **Ayudante principal:** Durante la etapa de prerrescate será responsable de registrar y sistematizar la información de los individuos seleccionados para rescate. En la fase de recuperación y acondicionamiento en la casa de malla sombra, realizará actividades de riego, fertilización, aplicación de productos fitosanitarios y monitoreo de la condición de los ejemplares. Posteriormente, durante la etapa de mantenimiento en campo, dará seguimiento a las labores de riego, fertilización, control fitosanitario y monitoreo de supervivencia de los individuos trasplantados.
- **Rescatista:** Será el encargado de realizar las actividades de preparación del área, acceso a los individuos seleccionados y extracción de los ejemplares del suelo. Estas labores se llevarán a cabo utilizando herramientas manuales tales como palas, picos, azadones y barretas, de acuerdo con las dimensiones y características de cada ejemplar. La extracción deberá efectuarse con especial cuidado para minimizar daños al sistema radical, estructuras subterráneas y parte aérea de las plantas, garantizando así las mayores probabilidades de supervivencia durante el proceso de traslado y reubicación.
- **Transportador de planta:** Será responsable del traslado seguro de los ejemplares rescatados desde el sitio de extracción hasta las áreas de resguardo temporal o reubicación. Deberá contar con la capacidad física necesaria para manipular y transportar los individuos sin comprometer su integridad. Dependiendo del tamaño y peso de los ejemplares, el transporte se realizará mediante cajas, camillas o dispositivos adecuados que permitan evitar daños mecánicos durante su movilización. Asimismo, deberá asegurar que las plantas permanezcan protegidas de condiciones ambientales adversas, como radiación solar intensa, altas temperaturas y pérdida excesiva de humedad.

IX. Catálogo de conceptos de trabajo.

IX.1 Requerimientos de personal, materiales y equipo.

Con base en la superficie a ocupar por el proyecto se estima que para el rescate de flora pudiese ser suficiente una cuadrilla de rescate integrado por cuatro personas. Esta estimación podrá ser ajustada conforme al registro de avance mensual que se tenga. Se ha planteado la siguiente estructura básica para la cuadrilla:

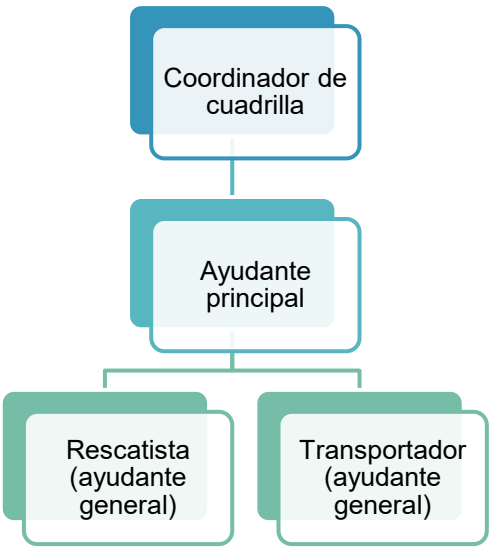


Figura 19. Jerarquización de la cuadrilla.

En cuanto a los recursos materiales necesarios, se recomienda contar con los siguientes implementos por cuadrilla:

a) Equipo y material general
- Radios de banda civil para intercomunicación (1 por cuadrilla comunicado a un mando central)
- Bitácoras o libretas de campo (1 por cada técnico)
- GPS (sistema de posicionamiento global), de preferencia con precisión de 10 m
- Cámara fotográfica (1 por cuadrilla)
- Brújulas
- Guantes de carnaza (un par por persona)
- Gorras, sombreros o cualquier protección para el sol
- Ropa larga y resistente
- Botas de campo
- Vehículo para transportar material y personal
- Linternas y lámparas de cabeza (1 por persona)

b) Material para el personal de campo para el rescate de flora
- Machetes
- Palas
- Zapapicos
- Azadones
- Barretas
- Serruchos

- Horquetas u otro utensilio para bajas ramas
- Diablos o carretillas
- Cartón corrugado para envolver ramas
- Cal
- Cuchillos filosos
- Pinzas de panadero
- Pinzas entomológicas o de relojero
- Bobinas de lazo o piola para sujetar
- Listones para marcar
- Plumones de tinta indeleble
- Clinómetro
- Altímetro (de ser posible)
- Barra de acero de 1.60 m de 1 pulgadas de diámetro
- Pala de acero, mango de madera
- Pico de acero mango de plástico reforzado

IX.2 Presupuesto para las actividades de rescate y reubicación de flora

En el siguiente cuadro se presenta el presupuesto estimado para la ejecución de actividades de rescate y reubicación de flora.

Cuadro 13. Costos estimados para las actividades de rescate y reubicación de flora

Etapa	Actividad	Costo ($/ha)	Costos para el área de rescate y reubicación de flora (5.7714 ha + 2.4810 ha)
Pre-rescate	Recorridos de búsqueda	$4,500	$37,136
	Registro de datos y georreferenciación	$3,500	$28,883
	Construcción y habilitación de casa sombra	$8,000	$66,019
Rescate	Extracción de ejemplares	$12,000	$99,029
	Colecta de germoplasma	$4,000	$33,010
	Reproducción y propagación	$10,000	$82,524
	Cicatrización y recuperación	$6,000	$49,514
Reubicación	Trasplante	$10,000	$82,524
	Mantenimiento y seguimiento (6 meses)	$12,000	$99,029
Total		**$70,000**	**$577,668**

En total se considera una inversión de **$507,668.00 MXN** (Quinientos siete mil seiscientos sesenta y ocho pesos 00/100 M.N.) para la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora

X. Programa de actividades a realizar.

Con la finalidad de lograr un 80 % de supervivencia se propone un periodo de mantenimiento de 6 meses, en el que se realizarán las acciones de seguimiento semestral, por lo que se prevé que desde que inicien las actividades de rescate y se lleven a cabo las acciones de mantenimiento. El calendario se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Calendarización de actividades (meses)

Etapa	Actividad	Meses					
		1	2	3	4	5	6
Pre-rescate	Recorridos de búsqueda						
	Registro de datos						
	Construcción casa malla sombra						
Rescate	Extracción						
	Colecta de germoplasma						
	Reproducción de especies y propagación de semillas						
	Cicatrización y recuperación						
Reubicación	Trasplante						
	Mantenimiento						

XI. Bibliografía

- Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Colwell, R. K., A. Chao, N. J. Gotelli, S.-Y. Lin, C. X. Mao, R. L. Chazdon, and J. T. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology 5:3-21. Read it online or download pdf.
- CONABIO. (01 de JUNIO de 2022). ENCICLOVIDA. Obtenido de https://enciclovida.mx/
- CONABIO. (10 de JUNIO de 2022). Portal de Geoinformación 2020. (C. N. Biodiversidad, Editor) Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

- CONABIO. Sánchez-Cordero V., P. Rodríguez, N. Moreno-Almeraya, M. Jiménez-Cruz. (2020)
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). Manual de métodos para desarrollar inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Conjuntos de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Guía para la interpretación de cartografía: Geológica.
- Krebs, C. (1985). Ecología; estudio de la distribución y la abundancia. México: Harla.
- Magurran, A. E. (2003). Measuring Biological Diversity. Wiley-Blackwell.
- Magurran, A. E. (2012). Ecological Diversity and Its Measurement . Springer.
- Mateucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- Missouri Botanical Garden. (10 de Marzo de 2021). Tropicos. Obtenido de https://www.tropicos.org/home
- Peter B. Adler & William K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. Ecology Letters. Volume6, Issue8.Pp 749-756.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Romahn de la Vega, C. F., & Maldonado, R. (2010). Dendrometría. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- SEMARNAT. (2019). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010,. México: Diario Oficial de la Nación. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/8007/semarnat11_C/semarnat11_C.html
- The Royal Botanic Gardens Kew. (10 de Marzo de 2021). International Plant Name Index. Obtenido de https://www.ipni.org/

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. Introducción 1
I.1 Objetivos 1
I.1.1 Objetivo general 1
I.1.2 Objetivos particulares 2
I.2 Alcances 2
II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y de la Región Ecológica de proyecto 2
II.1 Georeferenciación, delimitación y características ambientales de las áreas donde existe presencia de fauna 2
II.2 Superficies del proyecto y uso actual del suelo 8
II.3 Georeferenciación de corredores biológicos o cruce preferenciales de fauna 16
II.4 Distribución Potencial de Fauna 17
III. Metodologías para determinar distribución y abundancia de fauna y criterios de selección de especies sujetas de rescate y reubicación. 17
III.1 Metodologías o técnicas empleadas para determinar la distribución y abundancia de las especies de fauna susceptibles de rescate y reubicación en la RE correspondiente al proyecto. 17
III.1.1 Herpetofauna 20
III.1.2 Avifauna 20
III.1.3 Mastofauna 21
III.1.4 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en la Región Ecológica (RE.) 24
III.1.5 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en el Área de Influencia (AI) 33
III.1.6 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre para el Área del Proyecto 41
III.2 Criterios para determinar y seleccionar las especies sujetas de rescate y reubicación. 49
IV. Técnicas propuestas para ahuyentar fauna en la ruta del trazo. 53
IV.1 Estimulo visual 53
IV.2 Estimulo auditivo 54
V. Técnicas propuestas para captura, manejo y traslado de especies sujetas de rescate, con y sin estatus de protección en la nom-059-semarnat-2010. 55
V.1 Anfibios 55
V.2 Reptiles 58
V.3 Mamíferos 60

V.4 Nidos y polluelos de aves 63
V.5 Métodos para evaluar la migración de individuos ahuyentados de la zona de proyecto 64
V.5.1 Individualización con marcas visuales a distancia 66
V.5.2 Individualización con anillas 66
V.5.3 Marcaje subcutáneo. 66
V.5.4 Emisores para recepción de posición y/o actividad. 67
V.5.5 Otros emisores 67
VI. Sitios propuestos para la liberación y reubicación de especies capturadas. 68
VI.1 Medidas para garantizar la sobrevivencia de ejemplares capturados para su reubicación. 68
VI.2 Criterios técnicos aplicados para seleccionar las áreas destinadas para liberación y reubicación de especies de fauna. 69
VII. Medidas emergentes para corregir sobrevivencia menor al 80% de individuos capturados para su liberación y reubicación en el SA de proyecto.....71
VII.1 Platicas de concientización ambiental 72
VII.2 Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante la captura, rescate y liberación. 73
VIII. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones. 74
IX. Catálogo de conceptos de trabajo 74
IX.1 Requerimientos de personal, materiales y equipo. 74
IX.2 Costos 75
X. Programa de actividades 77
XI. Responsable de las acciones 77
XII. Bibliografía. 78

FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto 4
Figura 2. Microlocalización del proyecto 5
Figura 3. Sección tipo 6
Figura 4.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén 7
Figura 5. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo 11
Figura 6.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo..... 12
Figura 7.- Polígonos forestales 1 14
Figura 8.- Polígonos forestales 2 14

Figura 9.- Polígonos forestales 3 15
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a RTP. 16
Figura 11. Diagrama de un transecto 19
Figura 12**. Transectos realizados para el registro de fauna en AP** 23
Figura 13. Transectos realizados para el registro de fauna en AI 23
Figura 14. Transectos realizados para el registro de fauna en RE 24
Figura 15. Muestreo de anfibios 56
Figura 16. Material utilizado en la captura de anfibios 57
Figura 17. Representación esquemática de una trampa para tortugas 58
Figura 18. Búsqueda intensiva de reptiles 58
Figura 19. Diferentes técnicas de captura de reptiles 59
Figura 20. Materiales utilizados en la captura de reptiles 60
Figura 21. Manipulación y transporte adecuado de ofidios 60
Figura 22. Trampa Tomahawk para captura de mamíferos medianos 61
Figura 23. Trampa Sherman 62
Figura 24. Técnica de puntos de conteo para localizar nidos activos de aves 64
Figura 25. Sitios propuestos para reubicación 71
Figura 26. Jerarquización de la cuadrilla 75

CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas cada 250 m del eje troncal proyecto 2
Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje ramal 3
Cuadro 3. Dimensiones del proyecto 6
Cuadro 4.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto 7
Cuadro 5.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente 7
Cuadro 6.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI 8
Cuadro 7.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo 10
Cuadro 8.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 12
Cuadro 9.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto 12
Cuadro 10. Referencias bibliográficas 18
Cuadro 11. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre. 22
Cuadro 12.. Resumen de los valores de diversidad calculados para el grupo de Aves en el RE 25
Cuadro 13.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el RE. 26
Cuadro 14.. Abundancia de especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el RE. 27
Cuadro 15.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el RE. 29

Cuadro 16.. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del RE. 30
Cuadro 17.. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el RE. 30
Cuadro 18.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el RE. 31
Cuadro 19.. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el RE. 32
Cuadro 20.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el RE. 32
Cuadro 21.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AI 33
Cuadro 22.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AI. 34
Cuadro 23.. Cálculo de índice de Shannon para la avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AI 35
Cuadro 24. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AI. 37
Cuadro 25.. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AI. 38
Cuadro 26.. Abundancia estimada para las especies de Mastofauna registradas en el AI 38
Cuadro 27.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AI. 39
Cuadro 28.. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI. 40
Cuadro 29.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AI. 40
Cuadro 30.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AP. 41
Cuadro 31.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AP. 42
Cuadro 32.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AP. 43
Cuadro 33.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AP. 45
Cuadro 34. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AP. 46
Cuadro 35.. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el AP. 46
Cuadro 36. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AP. 47
Cuadro 37.. Historial de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AP. 48

Cuadro 38.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AP. 48
Cuadro 39. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI. 49
Cuadro 40. Listado de Especies confirmadas en AP, sujetas a rescate y reubicación. 50
Cuadro 41. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010 52
Cuadro 42. Coordenadas sitios propuestos para Reubicación 70
Cuadro 43. Estimación de costos para el Programa 76
Cuadro 44. Esquema de trabajo de las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna presente en el área del proyecto 77

I. Introducción

La construcción del Proyecto tiene diferentes impactos en el paisaje y las poblaciones de animales silvestres, implicando la conversión de áreas cubiertas de vegetación por zonas desprovistas de esta. El retiro de la vegetación y de la capa superficial de suelo es la parte de la preparación del sitio, que comienza con el desmonte y despalme de los lugares donde se realizaran adecuaciones del tramo carretero y ello conlleva a la modificación de hábitats potenciales para distintas especies que se encuentren en los sitios puntuales donde se desarrollan las actividades. Para evitar la muerte o lesiones a los animales en las áreas de trabajo deberán realizarse las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre. Los planes de rescate son una alternativa para mitigar los impactos de pérdida irrecuperable del hábitat y pérdida de individuos o poblaciones. El rescate de individuos implica el traslado desde un sitio donde su hábitat será destruido hacia un lugar con un hábitat con condiciones similares y donde eventualmente puede existir otra población de la misma especie (Bustamante, *et al*., 2010).

El programa de rescate y reubicación de fauna, parte de la evaluación del impacto de perdida de hábitats terrestres disponibles para el establecimiento de la fauna por cambio de uso de suelo y posible afectación a la biodiversidad. Está dirigido principalmente a especies de vertebrados de movilidad baja, como anfibios, reptiles y micromamíferos, particularmente aquellos de ámbito de hogar restringido. En el caso de especies comunes y abundantes no será posible capturar a todos los ejemplares del área; sin embargo, se implementará el rescate de una muestra representativa de los organismos susceptibles de ser afectados por el Proyecto. En el caso de especies raras o en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se capturarán todos lo que sean detectados en el sitio. Las aves no serán consideradas para el rescate de fauna, debido a que su movilidad les permite alejarse del sitio al detectar perturbaciones generadas por la presencia de los trabajadores, la maquinaria, etc. Sin embargo, las medidas que son importantes para evitar la afectación directa de las aves son evitar realizar los trabajos en la época de reproducción, en la cual es posible afectar los nidos que se encuentran entre o sobre la vegetación que será removida.

I.1 Objetivos

I.1.1 Objetivo general

Desarrollar un Plan de manejo de Rescate y Reubicación de Fauna, con la descripción de acciones y técnicas apropiadas para proteger cualquier especie dentro del área del Proyecto, principalmente aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que sean endémicas y/o de distribución restringida.

I.1.2 Objetivos particulares

- Identificar las especies de fauna silvestre dentro del área de Proyecto con importancia ecológica que pudieran verse afectadas por la ejecución de este.
- Implementar medidas específicas por especie o grupo de especies reportadas dentro de la superficie de proyecto y su DV, con especial énfasis en aquellas incluidas en la NOM-059- SEMARNAT- 2010.
- Construir indicadores para evaluar el éxito en las labores de rescate y reubicación de fauna, que permitan cuantificar resultados y tomar medidas necesarias para ayudar a la conservación de la biodiversidad y ecosistemas presentes en el sitio de proyecto.
- Trasladar los individuos capturados a hábitats con condiciones ambientales mejores o similares al sitio de rescate, dentro del Área de Influencia o el Sistema Ambiental Regional.

I.2 Alcances

Realizar el rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies presentes en el área del proyecto, previo al desmonte, despalme del terreno y durante la etapa constructiva del proyecto, esto para reducir al mínimo los impactos causados sobre la fauna silvestre y su ambiente.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y de la Región Ecológica de proyecto

II.1 Georeferenciación, delimitación y características ambientales de las áreas donde existe presencia de fauna

El proyecto se encuentra inmerso en el municipio de San Martin Peras, el municipio se localiza al noroeste del estado de Oaxaca. Ocupa el 0.26% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de San Francisco Tlapancingo y Silacayoápam; al este con los municipios de Silacayoápam y San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con los municipios de Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; al oeste con el estado de Guerrero.

Cuadro 1. Coordenadas cada 250 m del eje troncal proyecto

Estacion	X	Y
36+400	580612.926	1920508.56
36+650	580651.101	1920578.25

Estacion	X	Y
36+900	580620.652	1920694.29
37+150	580800.546	1920553.28

Estacion	X	Y
37+400	580921.802	1920610.67
37+650	580815.936	1920811.95
37+900	580633.111	1920956.22
38+150	580454.741	1921062.14
38+400	580272.831	1921222.51
38+650	580132.89	1921424.39
38+900	580181.944	1921502.75
39+150	580124.534	1921660.71
39+400	579937.937	1921823.15
39+650	580090.674	1921822.92
39+900	579890.453	1921963.02
40+150	579724.513	1922130.75
40+400	579913.309	1922092.55
40+650	579932.238	1922207.01
40+900	579817.83	1922316.66
41+150	579630.462	1922390.05
41+400	579875.048	1922418.6
41+650	580121.419	1922428.33
41+900	580081.451	1922543.06
42+150	579874.566	1922667.4
42+400	580036.048	1922753.93
42+650	579955.115	1922936.84
42+900	579799.205	1922806.63
43+150	579773.583	1923040.89
43+400	579756.367	1923279.75

Estacion	X	Y
43+650	579736.144	1923447.6
43+900	579711.759	1923651.99
44+150	579477.783	1923597.27
44+400	579347.445	1923447.76
44+650	579156.058	1923574.34
44+900	578974.835	1923667.01
45+150	578879.179	1923804.51
45+400	578725.055	1923981.51
45+650	578569.203	1924150.02
45+900	578400.435	1924326.99
46+150	578250.42	1924352.88
46+400	578130.076	1924566.72
46+650	577957.843	1924743.9
46+900	577797.21	1924905.97
47+150	577629.281	1925069.26
47+400	577669.386	1925275.64
47+650	577717.107	1925462.92
47+900	577658.359	1925460.97
48+150	577468.846	1925347.84
48+400	577374.263	1925171.39
48+650	577291.433	1925155.74
48+900	577199.059	1925102.44
49+150	577178.027	1925338.73
49+340	577276.614	1925444.28

Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje ramal

Estación	*X*	*Y*
100+000	*578956.617*	*1923720.79*
100+250	*578742.155*	*1923831.21*
100+500	*578509.971*	*1923841.63*
100+750	*578394.785*	*1923960.4*
101+000	*578212.759*	*1924070.04*
101+250	*577994.604*	*1924162.49*

Estación	X	Y
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

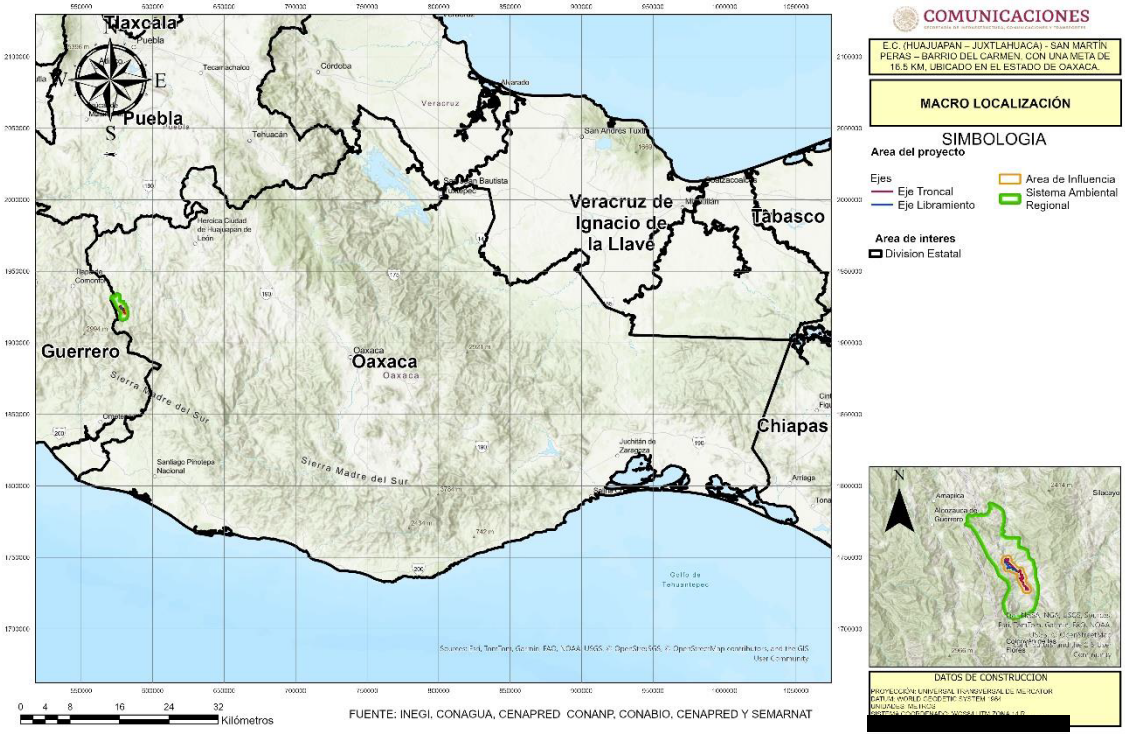


Figura 1. Macrolocalización del proyecto

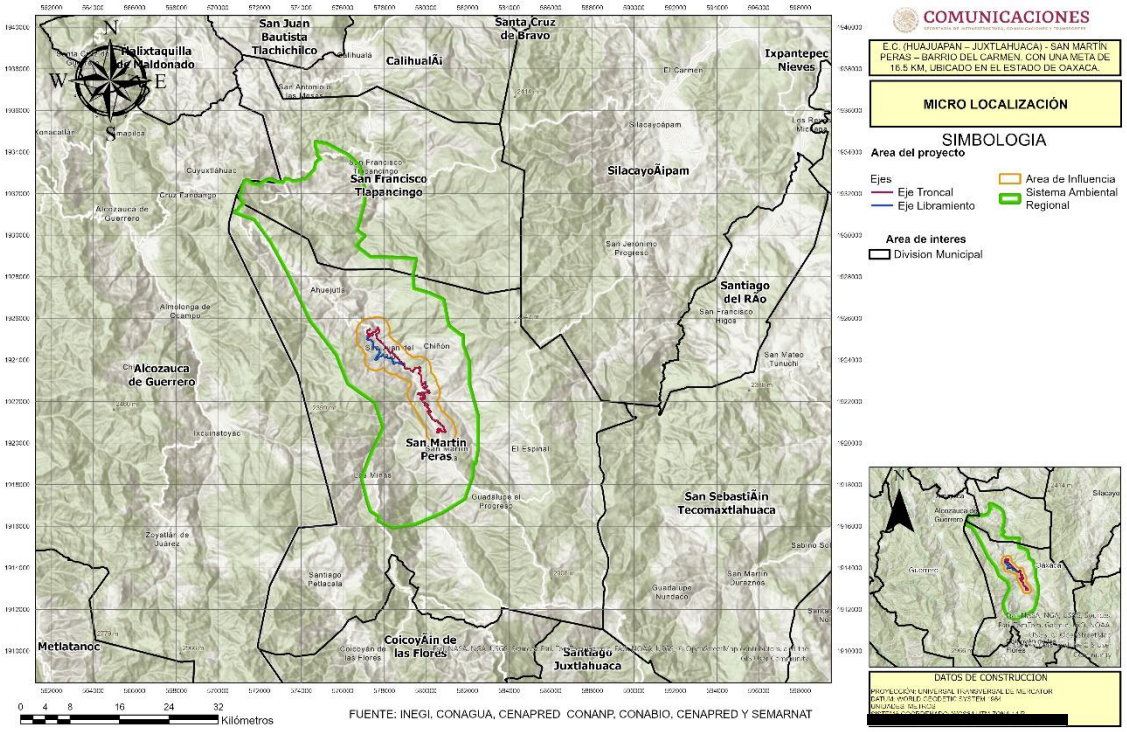


Figura 2. Microlocalización del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que comunica a las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón con la troncal. Es fundamental destacar que la modernización de este camino parte de la cabecera municipal de San Martín Peras y comprende una longitud total de 16.379 km de intervención, abarcando ambas rutas dentro del municipio ubicado en el estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte del Programa Nacional General Lázaro Cárdenas del Río, impulsado por el Gobierno Federal, el cual consiste en trabajar integralmente en la región del Balsas, contemplando a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla, Morelos y el Estado de México. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km.

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona graves dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, aunque el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35 metros, esta superficie de terracería no presenta la pendiente ni el tipo de curvas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro. Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, la pavimentación de toda la longitud del camino y se ajustará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

El objetivo principal de esta modernización es la optimización de tiempo, mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de pasajeros y productos, principalmente agrícolas, ganaderos y petroquímicos, metas que con las características geométricas actuales son difíciles de cumplir. El proyecto permitirá, mediante la pavimentación desde la carretera Huajuapan – Juxtlahuaca, unir a San Martín Peras con Alcozauca, Guerrero. Esto facilitará la movilidad interestatal y, particularmente en esta región, pretende detonar el desarrollo de las comunidades ubicadas en la Mixteca oaxaqueña y en la Montaña guerrerense, buscando opciones que solucionen de manera óptima las necesidades de todos los usuarios. A continuación, se muestran las especificaciones geométricas del proyecto:

Cuadro 3. Dimensiones del proyecto

Elemento	Troncal	Ramal
Camino tipo	D	D
Inicio	36+400	100+000
Fin	49+340	103+439
Longitud	12,940	3,439
Ancho de derecho de vía (m)	40	40
Ancho línea de ceros (m)	15.8347	17.8002
Ancho de corona (m)	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7
Número de carriles	2	2
Ancho de carriles (m)	3.5	3.5
Número y ancho de acotamiento (m)	No incluye	
Superficie del derecho de vía (m2)	51.223	13.9904
superficie línea de ceros (m2)	20.49005	6.1215
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	20.49005	6.1215

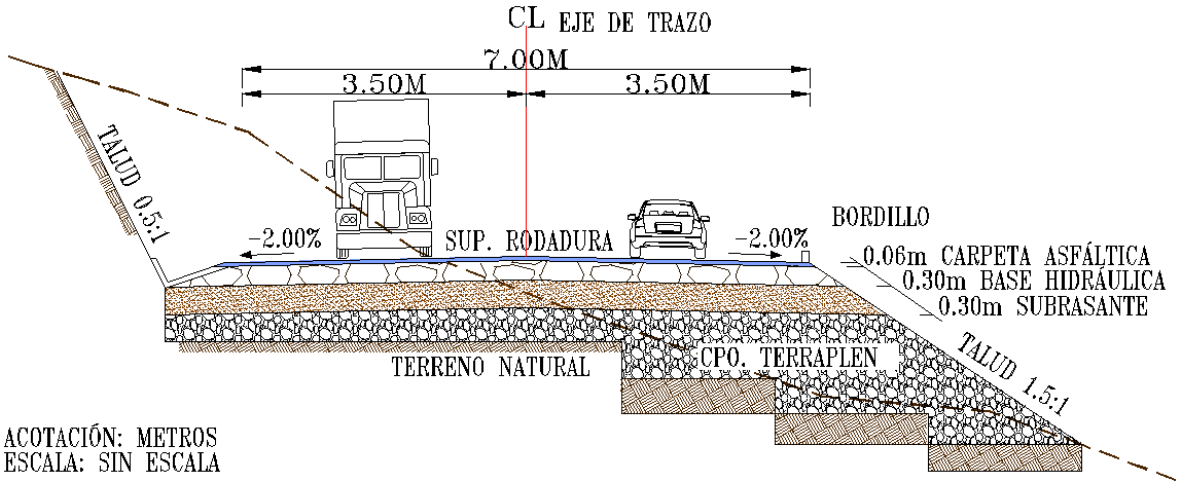


Figura 3. Sección tipo

Cuadro 4.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Libramiento	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**	**26.6115 %**

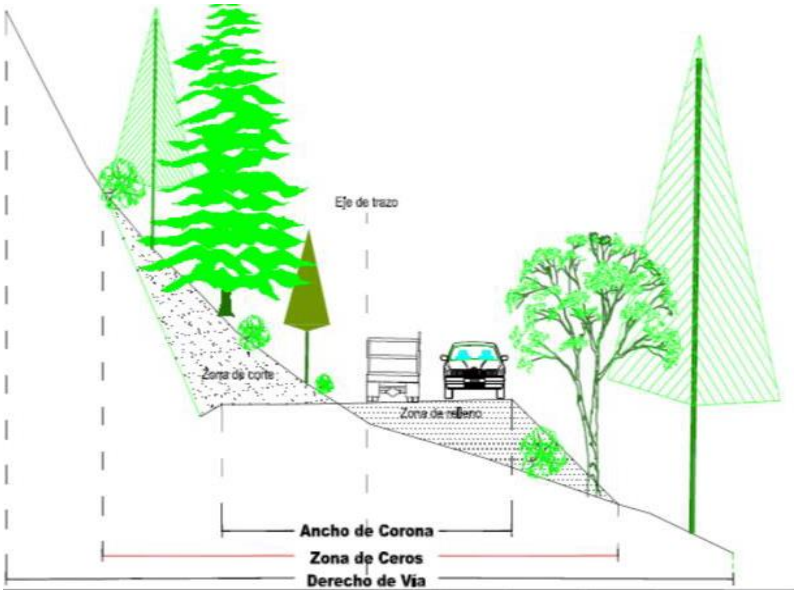


Figura 4.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 5.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que

actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

II.2 Superficies del proyecto y uso actual del suelo

II.2.1.1 Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 6.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

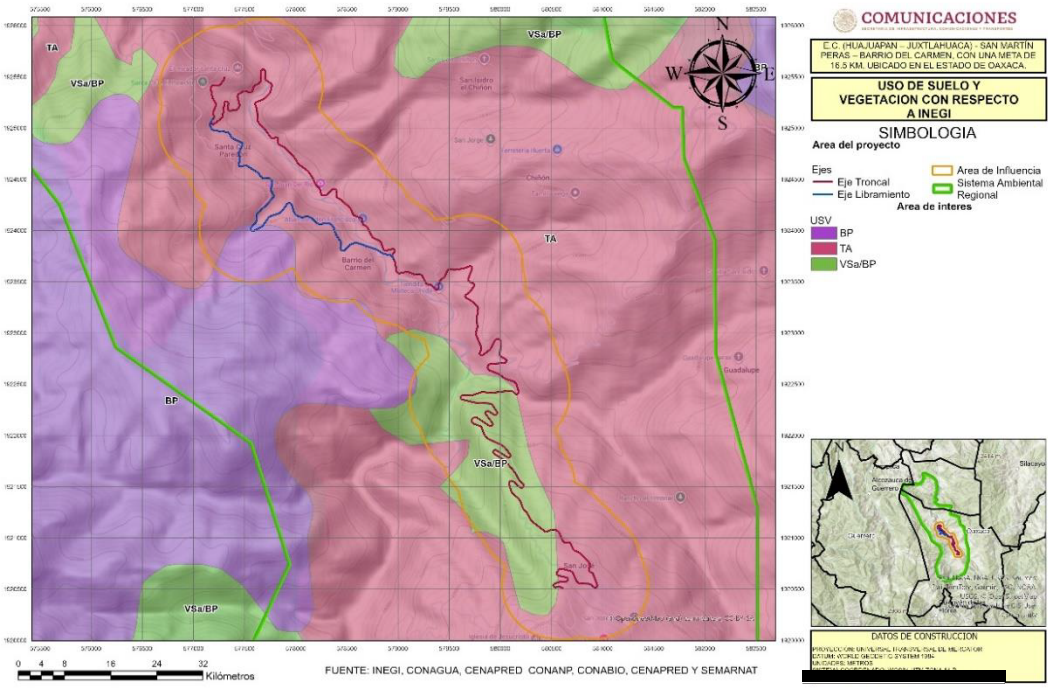


Figura 5- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales

LXXX. Vegetación forestal: Es el 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.

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

V. Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

II.2.1.2 Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 7.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

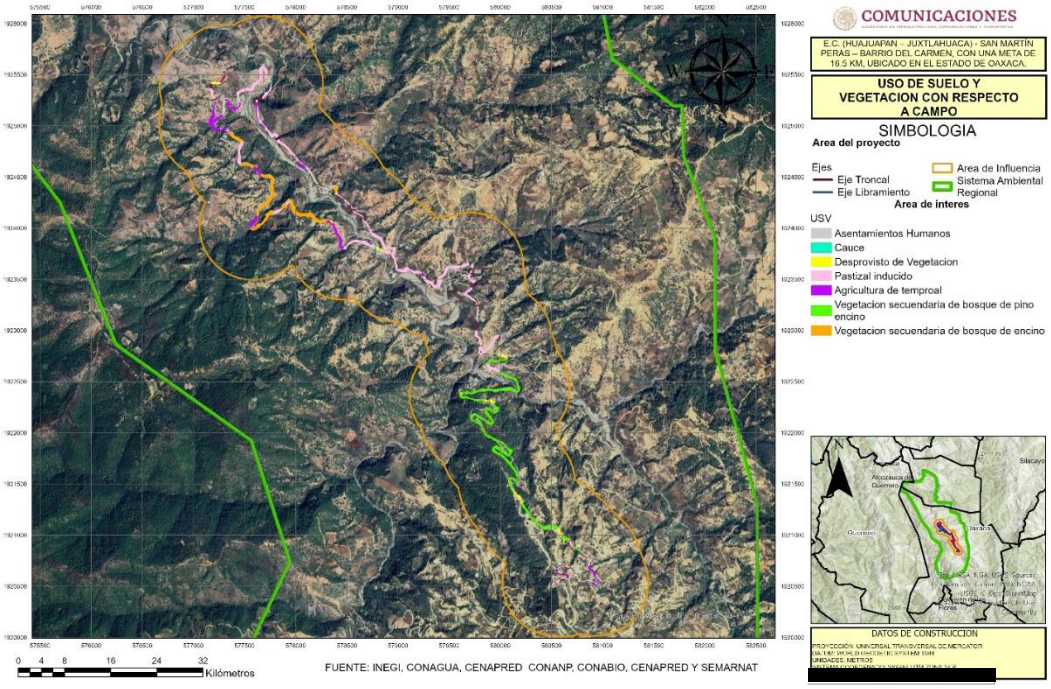


Figura 5. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Zonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

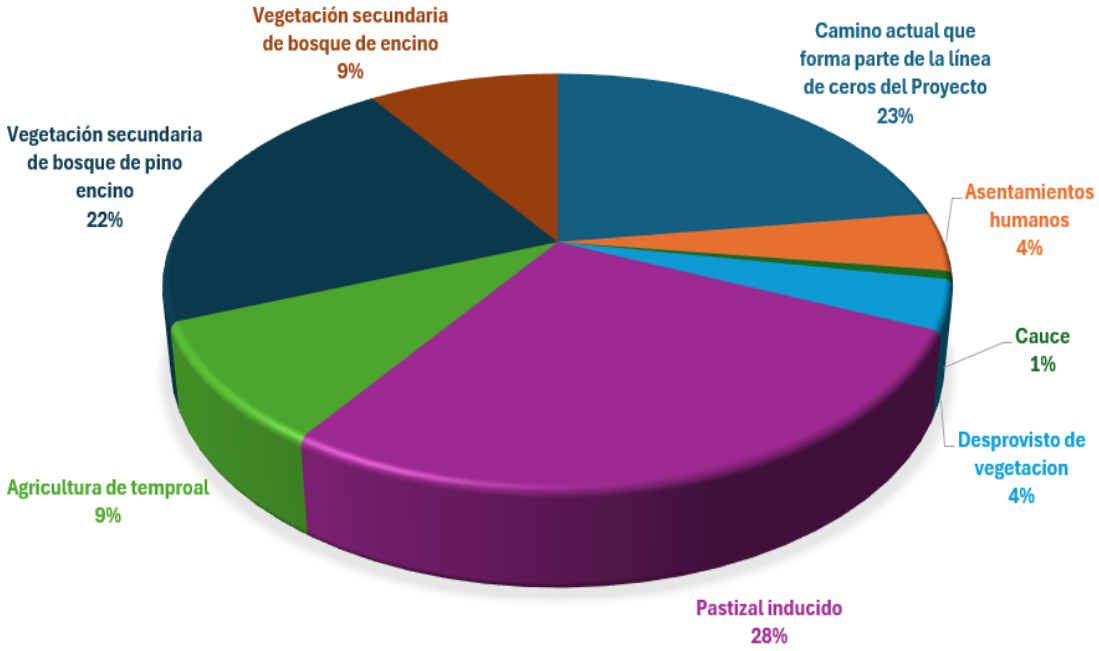


Figura 6.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 8.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	8.2524	100.00%

II.2.1.3 Polígonos Forestales

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 9.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208

Numero	Polígono	USV	Superficie
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286

Numero	Polígono	USV	Superficie
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

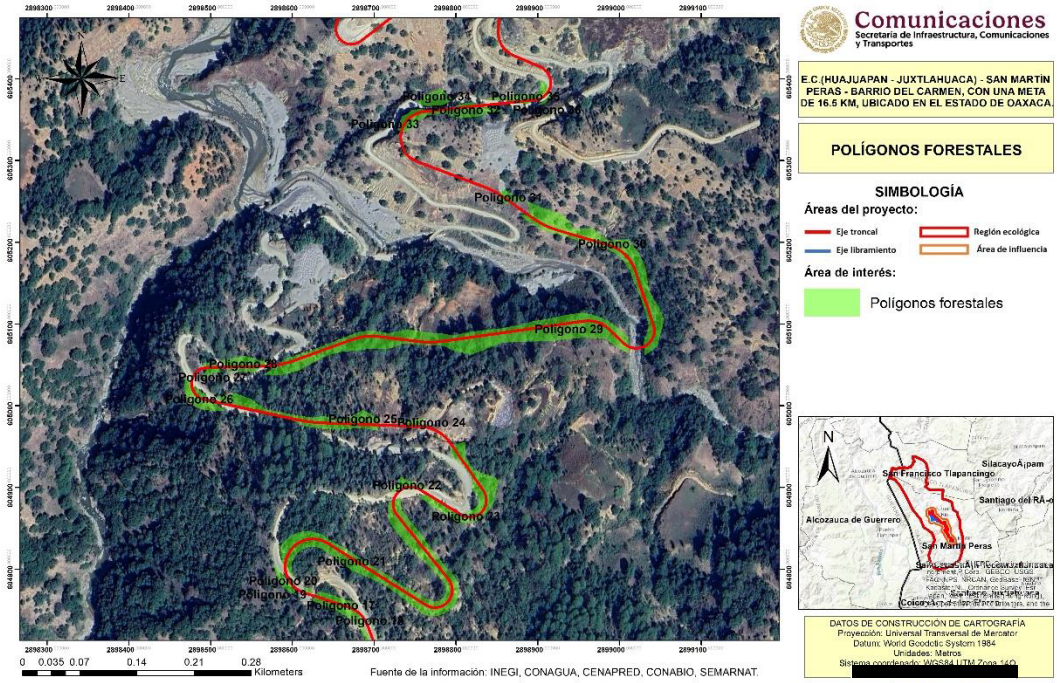


Figura 7.- Polígonos forestales 1

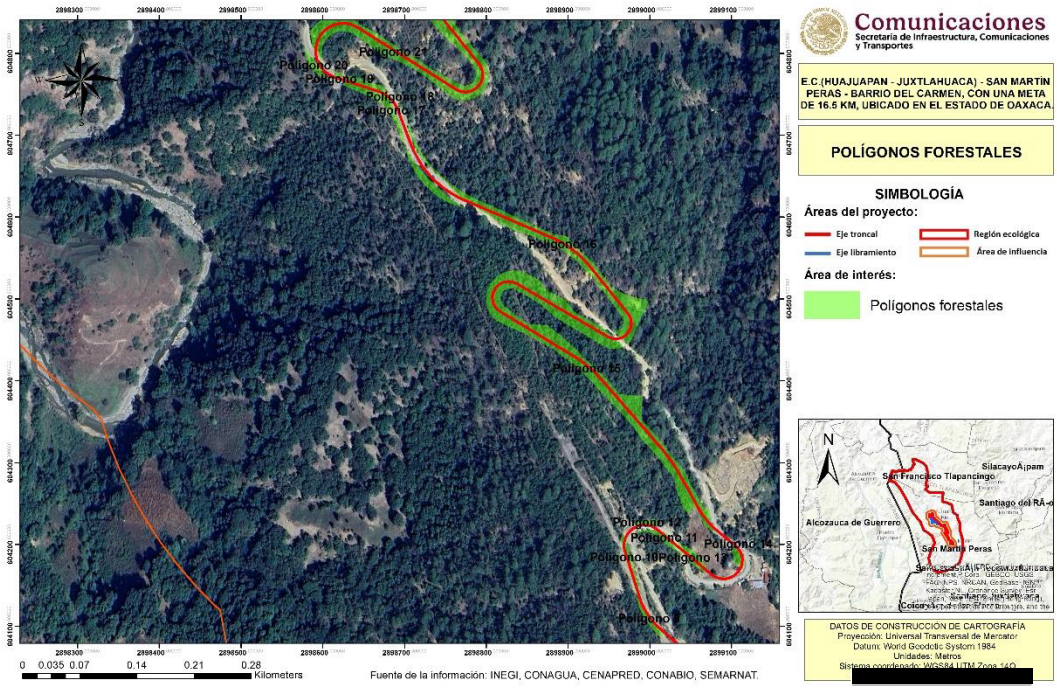


Figura 8.- Polígonos forestales 2

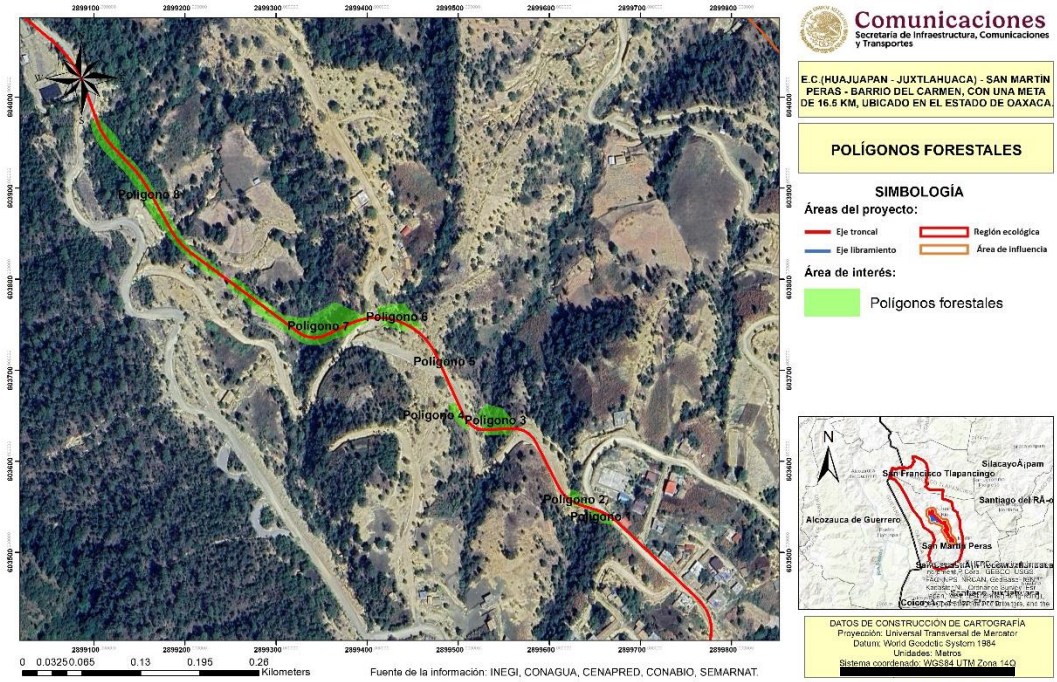
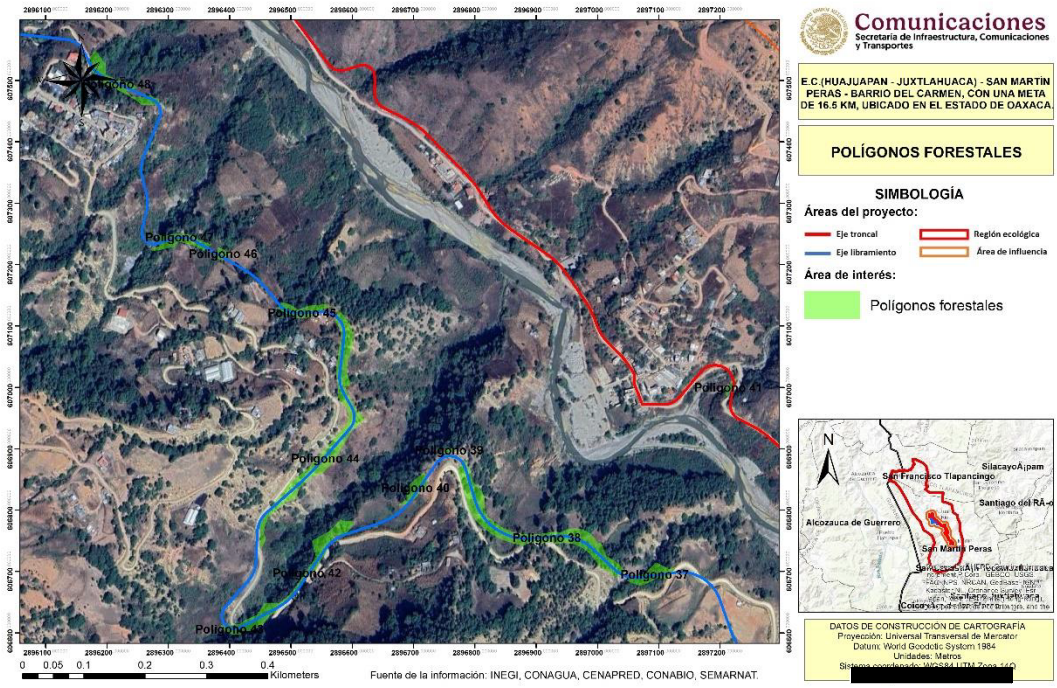


Figura 9.- Polígonos forestales 3



II.3 Georeferenciación de corredores biológicos o cruce preferenciales de fauna

De acuerdo con CONABIO “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies.

Para este apartado se realizó un análisis en el cual se identificaron las áreas de importancia como corredores biológicos y áreas dedicadas a la conservación como son: áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica, AICA´s y sitios RAMSAR).

El proyecto se localiza fuera de cualquier Área Natural Natural Protegida (ANP) de jurisdicción federal, estatal o municipal, así como de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar, situándose a distancias considerables de los referentes más cercanos como el "Boquerón de Tonalá" (21 km) y "Tlaxiaco" (40 km). No obstante, el área de estudio se ubica directamente dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 126 "Sierras Triqui-Mixteca", una zona de alto valor biológico caracterizada por la presencia de bosque mesófilo de montaña, pinos y encinos, así como por una notable riqueza de especies endémicas y vertebrados en riesgo. A pesar de que la RTP presenta una integridad ecológica funcional media y enfrenta presiones por fragmentación agropecuaria en su vertiente oriental, su conservación es fundamental debido a la estrecha relación biocultural de las etnias Mixteca y Triqui con la flora silvestre y su función potencial como corredor biológico, lo que obliga a que el proyecto asegure la continuidad de los flujos ecosistémicos en esta región de la Mixteca.

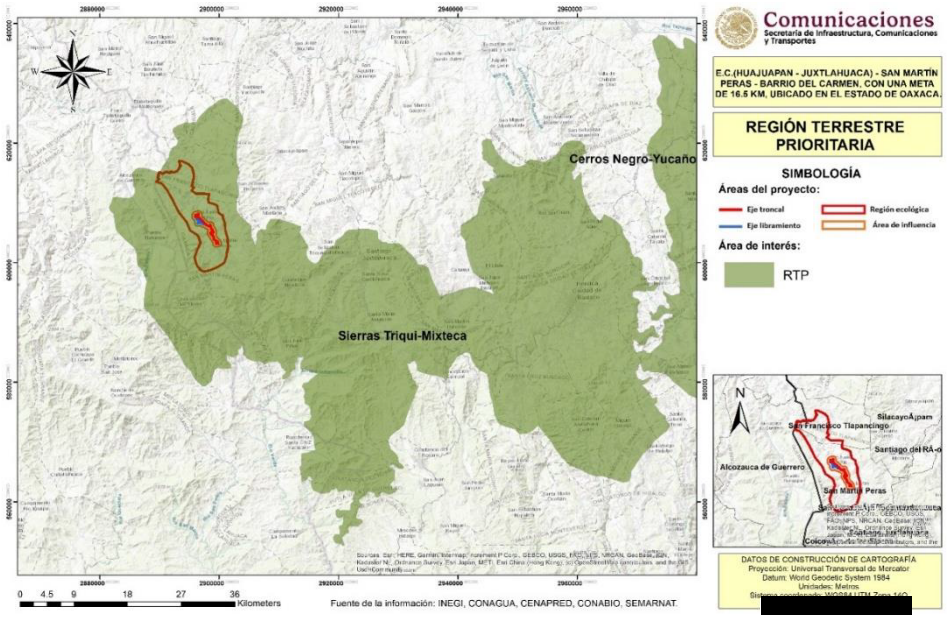


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a RTP.

Para garantizar dicha continuidad, el proyecto integrará criterios de diseño ambientalmente sensibles, tales como la implementación de pasos de fauna en puntos críticos de cruce preferencial, la delimitación de áreas de exclusión para evitar el desmonte de vegetación primaria y programas de restauración forestal con especies nativas que fortalezcan la estructura del corredor biológico y mitiguen la fragmentación del hábitat.

II.4 Distribución Potencial de Fauna

En Oaxaca se reportan 10 208 especies, agrupadas en 391 órdenes, 1259 familias y 4 779 géneros (cuadro 4). Del total de especies en el estado, 5.7% (581 especies) se encuentran enalguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana 059, destacan las aves (203), los reptiles (147) y los mamíferos como grupos biológicos con un importante número de especies enlistadas en esta norma. Los grupos mejor representados conforme al total nacional son las aves (68.2%), las libélulas (49.4%) y los mamíferos (43.6). Es de resaltar que de las 20 especies de cícadas distribuidas en territorio oaxaqueño, 11 presentan algún grado de endemismo y 19 se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana 059, además todas las especies se incluyen además en algún Apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Fl ora Silvestres (cites), por lo que su comercio internacional está restringido (Apéndice i) o controlado (Apéndice ii). Otros grupos para resaltar son las arañas con 289 especies, de las cuales 141 son endémicas a México y 73 a Oaxaca. Las lagartijas, para las que se registran 323 especies, cifra que destaca a Oaxaca como la entidad del país con mayor riqueza para este grupo.

III. Metodologías para determinar distribución y abundancia de fauna y criterios de selección de especies sujetas de rescate y reubicación.

III.1 Metodologías o técnicas empleadas para determinar la distribución y abundancia de las especies de fauna susceptibles de rescate y reubicación en la RE correspondiente al proyecto.

La evaluación de fauna silvestre fue realizada considerando 3 etapas las cuales se describen a continuación:

- Referencia bibliográfica: Se llevó a cabo la investigación e identificación de especies con el uso de referencias bibliográficas como libros, tesis, guías de campo, manuales o publicaciones de poblaciones de fauna en la región de estudio, en esta etapa es de gran importancia la valoración de la referencia empleada.

Cuadro 10. Referencias bibliográficas

Nombre de la publicación	Grupo
THERYA, diciembre, 2012 Vol.3(3):349-370 DOI: 10.12933/therya-12-93 Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México Mario C. Lavariega1*, Natalia Martin-Regalado1 y Rosa M. Gómez-Ugalde	Mamíferos
Uetz, P. 2013. The reptile database. http://www.reptile-database.org/; última consulta: 20.05.2026.	Reptiles
Flores-Villela, O. y H. A. Pérez-Mendoza. 2006. Herpetofaunas estatales de México. In Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad, A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. p. 327-346.	Herpetofauna
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Mamíferos, Aves, Reptiles, Anfibios
Ber Van Perlo. Birds Of Mexico And Central America	Aves
Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.	Aves

- Muestreo directo: Se refiere a la identificación y registro fotográfico de cada una de las especies observadas. Incluye el avistamiento de aves y su posterior identificación con ayuda de guías de campo especializadas, observación de mamíferos y reptiles, empleando diversas longitudes y anchos de transecto de acuerdo con las especies de estudio.
- Muestreo Indirecto: Este tipo de muestreo consistente en la realización de la obtención de evidencias de presencia de especies como: madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, huesos, pieles, etc. que puedan indicar la presencia de diversas especies en el área de estudio.

Descripción del muestreo

El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie por ser el más confiable, a través de conteo en transectos con base en el Manual de técnicas para el estudio de la fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011). Asimismo, se llevó a cabo muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio.

Método de conteo en transectos

Los transectos en línea se pueden ubicar de manera aleatoria o sistemática en el área, según la situación lo requiera para efectos de representatividad de distintas asociaciones

vegetales o fisonómicas y, una vez decidido lo óptimo, el diseño debe mantenerse inalterado. Se evita ubicar los transectos muy cercanos unos de otros. La longitud de cada transecto puede ser distinta (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

Pensando en lo anteriormente dicho, el levantamiento de datos (muestreos) para los grupos faunísticos se realizó del 09 de enero al 04 de febrero del año 2025, por lo que, debido al corto periodo de tiempo, se utilizó metodología que permitiera caracterizar las áreas de interés para el proyecto, es decir, el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (RE). De este modo, se utilizaron transectos en todos los grupos de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), en los que el observador registró los animales avistados dentro de un ancho establecido o no, dependiendo del taxón y el ambiente.

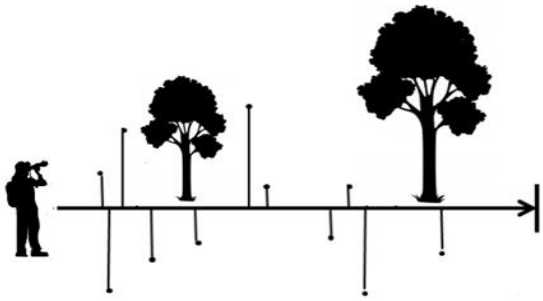


Figura 11. Diagrama de un transecto

Justificación del muestreo

Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente utilizados para estimar la densidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos, debido a que es un método fácil, económico y estadísticamente robusto. Estos muestreos se basan en un conjunto de métodos que incluyen el muestreo en transectos en línea, en los que se estima la densidad o la abundancia de los animales partir de una muestra de individuos detectados (Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

Las técnicas de muestreo son un conjunto de técnicas estadísticas que estudian la forma de seleccionar una muestra representativa de la población, es decir, que represente lo más fielmente posible a la población a la que se pretende extrapolar o inferir los resultados de la investigación, asumiendo un error mesurable y determinado (Canal-Díaz, 2006). Los métodos que se deben emplear para conseguir los objetivos del estudio dependen en gran medida, de parámetros como son: hábitos del grupo faunístico a estudiar, de la ubicación donde se realizará el estudio y, de las condiciones ambientales y climáticas del área. Aunado a esto, existen una multitud de métodos para estudiar la fauna silvestre (Painter et al., 1999) por lo que resulta imposible utilizar un solo método de muestreo para todos los grupos faunísticos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

De este modo, se utilizaron transectos en todos los grupos de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), en los que el observador registra los animales avistados dentro de un ancho establecido o no, dependiendo del taxón y el ambiente. Los transectos más comunes son los realizados a pie, por ser los más económicos y muchas veces los únicos posibles por las condiciones físicas del medio (Painter et al., 1999). Para el muestreo, búsqueda e identificación de organismos de los diferentes grupos faunísticos, se planificaron caminatas en transectos en horarios de mayor actividad, en base a su comportamiento y biología (Painter *et al*., 1999), ya que varía en cada tipo de organismo

III.1.1 Herpetofauna

Este grupo indica y sostiene la salud del ecosistema a través de diferentes procesos: ayudan a mantener las aguas limpias, soportan las cadenas tróficas (son excelentes controladores de plagas de cultivos y de vectores de enfermedades humanas), influencian la producción primaria y el ciclaje de nutrientes, polinizan los órganos florales y dispersan (y viabilizan) semillas, incrementan la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua (bioturbación) y, en general, mantienen el flujo de materia y energía entre ambientes acuáticos y terrestres, así como entre el dosel de los bosques y el suelo (Galindo-Uribe & Hoyos-Hoyos, 2007; Whiles et al., 2013; Valencia-Aguilar et al., 2013).

La técnica de inspección por encuentro visual con captura manual (VES) (Crump & Scott, 1994; Angulo et al., 2006) es el método de más costo-eficiencia para el muestreo de ensamblajes de anfibios y reptiles respecto a otras técnicas. Esta consiste en recorridos estandarizados por tiempo, espacio y número de personas, que realizan una búsqueda de individuos por los microhábitats usados y hasta 2 metros de altura en la vegetación (Heyer et al., 1994).

Los anfibios, en general, requieren de cuerpos de agua para reproducirse, en especial los anuros que poseen etapas larvarias estrictamente acuáticas. Estos cuerpos de agua pueden ser permanentes (ríos, lagunas, presas, etc.), así como temporales (arroyos, charcas); tienden a utilizar sitios donde la humedad es alta y no se encuentran expuestos al sol directamente, lo que provocaría su desecación y muerte. Por lo ello, su búsqueda estuvo dirigida hacia los hábitats o microhábitats que tuvieran las características antes descritas.

III.1.2 Avifauna

Las aves son consideradas conectores móviles que facilitan la transferencia de materia y energía, por lo que, en consecuencia, son elementos claves en el mantenimiento de la función y resiliencia de los ecosistemas (Sekercioglu, 2006; Wenny et al., 2011), así como en la provisión de servicios ecosistémicos (Whelan et al., 2008; Haines-Young & Potschin, 2013).

El método que se utilizó para el registro de la ornitofauna es el de transectos. Este método es similar a los conteos por puntos, pero aquí el observador registra las aves detectadas mientras camina a través de un área, ya sea en línea recta o de forma aleatoria (Ralph et al., 1996). Es una técnica ampliamente adaptable a un gran número de hábitats, así como a especies en particular, como las gacelas mongolianas (Olson et al., 2005) y vicuñas en Argentina (Baigún et al., 2008); por lo que se vuelve una técnica idónea para saber la riqueza o diversidad de la ornitofauna de una zona (Taylor, 2003). En lo posible, se trata de no realizar demasiado ruido para no ahuyentar a los individuos y en ocasiones, en lugares propicios, el observador se detendría durante algún momento para observar detenidamente en su alrededor en busca de organismos, apoyado con una cámara fotográfica, con la cual se tomaron fotografías de las aves para ser identificadas in situ o posteriormente. El mejor horario para la realización del muestreo de este grupo es de 7:00 a 11:00 y de 16:00 a 18 horas, sin embargo, también se realizaron registros oportunistas cuando se veían organismos en otros momentos.

III.1.3 Mastofauna

Los mamíferos juegan un papel de gran importancia para el mantenimiento de las condiciones del hábitat y los ecosistemas, ya que conservan la dinámica y flujo de energía de estos mediante servicios vitales y ecológicos como el control de poblaciones de pequeños vertebrados, la dispersión y predación de semillas, folivoría y frugivoría (Emmons, 1990). En general, cada grupo de especies necesita de un método particular acorde a los tamaños y/o hábitos de comportamiento.

Al haber un amplio rango de tamaños en este grupo de vertebrados se utilizan tanto métodos directos como indirectos en los transectos establecidos para conocer mejor la composición de este grupo, es decir, se trata de avistar directamente a los mamíferos (método directo) y al ser mayores las dimensiones de algún animal, la captura de estos se hace más difícil, por lo que para animales de tallas grandes y medianas es más recomendable realizar observaciones indirectas, como cámaras trampa o entrevistas con lugareños(Jones et al., 1996).

Los registros indirectos de mamíferos medianos y grandes son a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros (Krebs et al., 2008), puesto que gran parte son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986). La búsqueda de los rastros se realizó a la par de los métodos directos y también mientras se hacían los muestreos de los demás grupos faunísticos; además, se tomaron fotografías de los rastros junto a una referencia de tamaño (bolígrafo con regla métrica) y se midieron.

Ubicación de los sitios

Con el objetivo de determinar la riqueza y abundancia proporcional de especies de fauna silvestre presentes en el Área del Proyecto, en el Área de Influencia y en la Región

Ecológica, así como considerando las dimensiones y características del proyecto, se realizaron transectos de más de 100 metros de longitud. Se realizaron 12 en AP, 7 en AI y 7 en RE (AP, AI y RE).

Cuadro 11. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre.

Número Transecto	Unidad de Análisis	ID Transecto	Coordenadas Inicio		Coordenadas Fin		Longitud m
			X I	Y I	X	Y F	
1	AP	T1-AP	580508	1921082	580215	1921303	400
2	AP	T2-AP	580173	1921585	580044	1921803	490
3	AP	T3-AP	579738	1922172	579933	1922276	525
4	AP	T4-AP	579716	1922388	579972	1922422	260
5	AP	T5-AP	579932	1922698	579999	1922854	305
6	AP	T6-AP	579702	1923399	579694	1923553	200
7	AP	T7-AP	577180	1925412	577275	1925442	100
8	AP	T8-AP	578833	1923885	578700	1924029	205
9	AP	T9-AP	578146	1924545	577997	1924695	210
10	AP	T10-AP	577431	1925308	577586	1925393	200
11	AP	T11-AP	577452	1924629	577478	1924830	215
12	AP	T12-AP	577744	1924133	577561	1924010	250
1	AI	AI-1	578222	1924166	578336	1924267	250
2	AI	AI-2	580437	1920767	580285	1920906	215
3	AI	AI-3	580683	1920708	580734	1920852	165
4	AI	AI-4	577764	1925509	577639	1925712	300
5	AI	AI-5	578426	1924400	578580	1924568	250
6	AI	AI-6	577846	1924893	578023	1924983	200
7	AI	AI-7	577564	1923980	577415	1923868	210
1	RE	RE-1	579355	1921309	579262	1921217	150
2	RE	RE-2	580731	1922998	580920	1923047	210
3	RE	RE-3	576435	1925243	576447	1925725	505
4	RE	RE-4	578233	1922635	578015	1922448	305
5	RE	RE-5	579051	1925370	579081	1925653	305
6	RE	RE-6	579027	1921118	578937	1920783	350
7	RE	RE-7	576112	1923943	575973	1923900	500

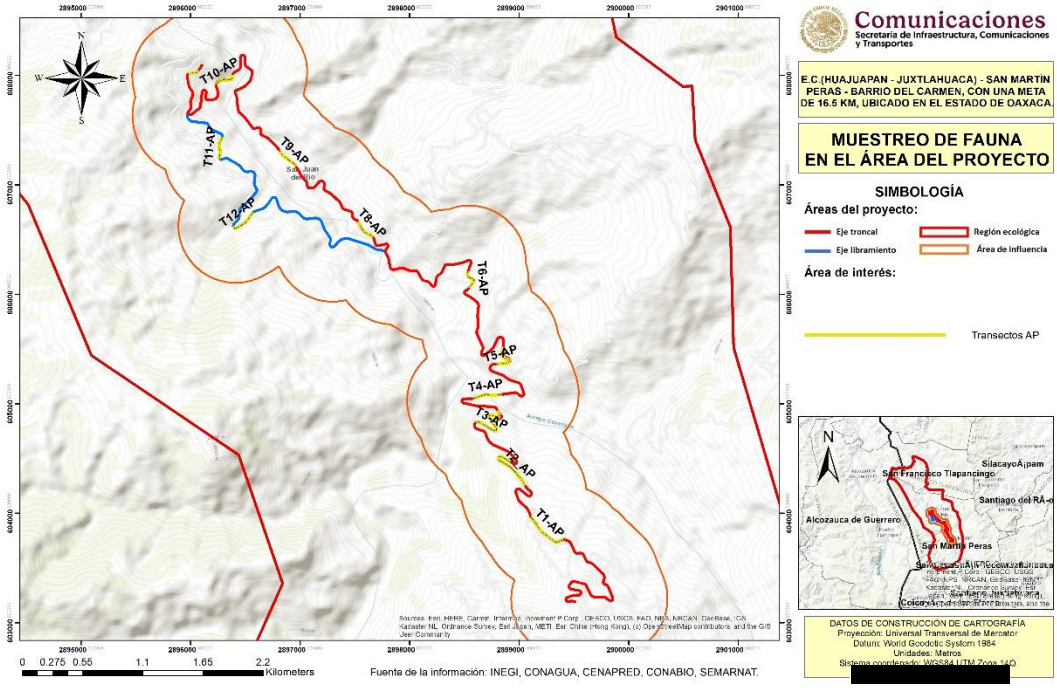


Figura 12. **Transectos realizados para el registro de fauna en AP**

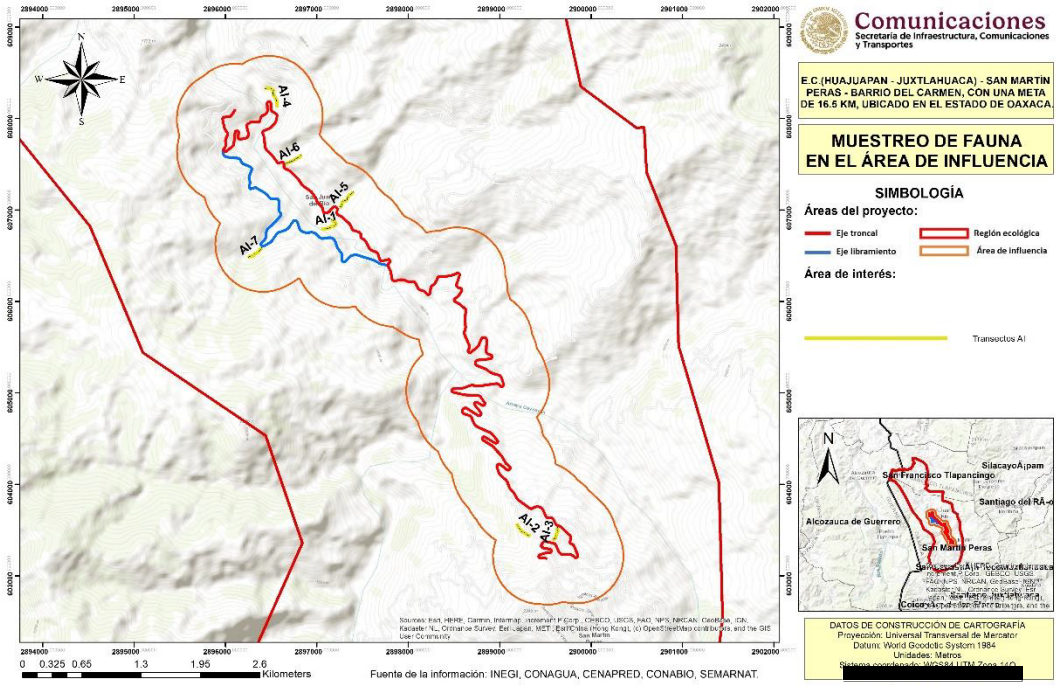


Figura 13. Transectos realizados para el registro de fauna en AI

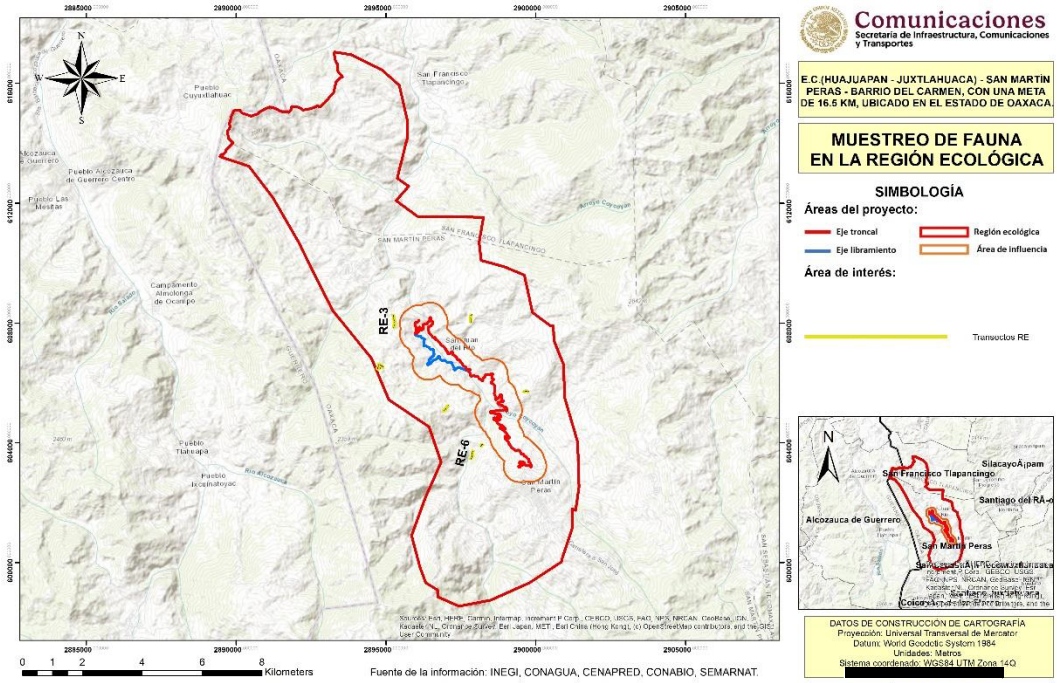


Figura 14. Transectos realizados para el registro de fauna en RE

A continuación, se muestran las especies encontradas en los muestreos de campo:

III.1.4 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en la Región Ecológica (RE.)

Aves

Este grupo faunístico está representado por 109 individuos de 25 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con el cuadro siguiente, las especies que presentaron la mayor abundancia fueron la Golondrina Alas Aserradas (Tachycineta thalassina), el Sastecillo (Psaltriparus minimus) y la Piranga roja (Piranga rubra) con 30, 8 y 7 individuos respectivamente.

Por otra parte, las especies que tienen mayor frecuencia son las siguientes: la Piranga roja (Piranga rubra), Zopilote común (Coragyps atratus), Tortolita Cola Larga (Columbia inca), Jilguerito dominico (Spinus psaltria), Capulinero gris (Ptiliogonys cinereus) y Mosquero cardenal (Pyrocephalus rubinus) todas con una frecuencia de 3.

Ahora bien, se obtuvo un Índice Shannon igual a 2.79, valor que representa una diversidad de especies media para este grupo para la RE.

Cuadro 12.. Resumen de los valores de diversidad calculados para el grupo de Aves en el RE

Parámetro	Aves RE
Riqueza específica (S)	25
Individuos	109
Dominancia	0.1
Índice de Simpson (1-D)	0.9
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.79

.

Cuadro 13.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	0	0	1	0	0	0	1	2
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	0	0	0	0	1	0	1	2
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	6	0	0	0	0	2	0	8
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	-	0	1	0	0	0	1	0	2
Passerina cyanea	Colorín azul	-	2	0	0	0	2	0	0	4
Piranga rubra	Piranga Roja	-	1	0	0	5	0	0	1	7
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	0	1	0	1	0	0	2	4
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	1	0	0	0	0	1	2	4
Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar	-	0	0	0	2	3	0	0	5
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	1	0	0	0	0	0	1	2
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	0	0	0	0	3	0	2	5
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	0	1	0	0	1	1	0	3
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	0	4	0	0	4
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	30	0	0	0	0	30
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	0	0	3	0	0	1	0	4
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	0	1	0	0	2	1	0	4
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	0	1	0	0	0	1	0	2
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	0	0	0	1	0	0	1	2
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	2	0	1	0	0	4
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	0	0	3	0	0	1	0	4
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	1	0	0	0	1	0	0	2

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	1	0	0	0	0	0	0	1
25			14	5	41	11	18	9	11	109

Cuadro 14.. Abundancia de especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	8	7.34	2.00	4.00	0.07	2.61	0.192
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Passerina cyanea	Colorín azul	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Piranga rubra	Piranga Roja	-	7	6.42	3.00	6.00	0.06	2.75	0.176
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar	-	5	4.59	2.00	4.00	0.05	3.08	0.141
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	5	4.59	2.00	4.00	0.05	3.08	0.141
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	3	2.75	3.00	6.00	0.03	3.59	0.099
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	4	3.67	1.00	2.00	0.04	3.31	0.121
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	30	27.52	1.00	2.00	0.28	1.29	0.355
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	2	1.83	1.00	2.00	0.02	4.00	0.073
Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		4	3.67	3.00	6.00	0.04	3.31	0.121
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	4	3.67	2.00	4.00	0.04	3.31	0.121
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	2	1.83	2.00	4.00	0.02	4.00	0.073
Vireo gilvus	Vireo gorjeador	-	1	0.92	1.00	2.00	0.01	4.69	0.043
25			109	100	50	100	1	88.90	2.79

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 10 individuos de 6 especies, de estas ninguna se encuentra en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie más abundante es la Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus) con 3 registros en RE, las especies con mayor frecuencia fueron la Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus), el Armadillo nueve bandas (Dasypus mexicanus) y el conejo de monte (Sylvilagus cunicularius) todas con una frecuencia de 2.

Este grupo tiene un índice de Shannon de 1.70, lo cual representa una diversidad baja para la RE.

Cuadro 15.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el RE.

Parámetro	Mamíferos RE
Individuos	10
Riqueza específica (S)	6
Dominancia	0.2
Índice de Simpson (1-D)	0.8
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.70

En los cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro de la RE.

Cuadro 16.. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	0	0	1	2	0	0	0	3
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	0	1	0	0	0	0	1	2
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	0	0	0	1	0	0	2
Nasua narica	Coatí	-	0	0	0	0	0	1	0	1
Procyon lotor	Mapache	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Lynx rufus	Lince Americano	-	0	1	0	0	0	0	0	1
6			**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**10**

Cuadro 17.. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	3	30.00	2.00	22.22	0.30	1.20	0.361
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	2	20.00	2.00	22.22	0.20	1.61	0.322
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	2	20.00	2.00	22.22	0.20	1.61	0.322
Nasua narica	Coatí	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
Procyon lotor	Mapache	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
Lynx rufus	Lince Americano	-	1	10.00	1.00	11.11	0.10	2.30	0.230
6			**10**	**100**	**9**	**100**	**1**	**11.33**	**1.70**

.

HERPETOFAUNA

En RE este grupo faunístico se encuentra representado por 15 individuos de 8 especies, de las cuales hay dos en la lista de especies en riesgo, la NOM-059-SEMARNAT-2010: Iguana mexicana de cola espinosa (Ctenosaura pectinata) en categoría de Amenazada (A) y Huico llanero (Aspidoscelis costatus), en categoría de Sujeta a Protección especial.

La especie más abundante es el Lagartija Espinosa esmeralda (Sceloporus scitulus) con cuatro individuos, asimismo esta es la especie con más frecuencia con una frecuencia de 4. Este grupo presenta en RE un índice de diversidad de Shannon de 1.93, una diversidad baja.

Cuadro 18.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el RE.

Parámetro	Herpetofauna RE
Individuos	15
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.16
Índice de Simpson (1-D)	0.84
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.93

.

Cuadro 19.. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE_1	RE_2	RE_3	RE_4	RE_5	RE_6	RE_7	Abundancia
Conopsis acuta	Culebra terrestre guardacaminos	-	1	0	0	0	1	0	0	2
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	0	1	0	0	1	0	1	3
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	0	0	0	1	0	0	0	1
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	0	1	0	0	0	0	0	1
Sceloporus scitulus	Lagartija Espinosa esmeralda	-	1	0	1	0	1	0	1	4
Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	1	0	0	0	0	0	0	1
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	1	0	0	1
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	0	1	0	0	1	0	2
8			**3**	**2**	**2**	**1**	**4**	**1**	**2**	**15**

.

Cuadro 20.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el RE.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Conopsis acuta	Culebra terrestre guardacaminos	-	2	13.33	2.00	13.33	0.13	2.01	0.269
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	3	20.00	3.00	20.00	0.20	1.61	0.322
Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Sceloporus scitulus	Lagartija Espinosa esmeralda	-	4	26.67	4.00	26.67	0.27	1.32	0.352
Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	1	6.67	1.00	6.67	0.07	2.71	0.181
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	2	13.33	2.00	13.33	0.13	2.01	0.269
8			**15**	**100**	**15**	**100**	**1**	**17.79**	**1.93**

.

III.1.5 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre en el Área de Influencia (AI)

Aves

Este grupo faunístico está representado por 103 individuos de 24 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La especie más abundante es la Golondrina verdemar (Tachycineta thalassina), el Sastrecillo (Psaltriparus minimus), y la Golondrina Alas Aserradas (Stelgidopteryx serripennis) con 17, 16 y 13 registros respectivamente.

En cuanto a la Frecuencia la especie con mayor valor es el Mosquero cardenal (Pyrocephalus rubinus) con una frecuencia de 4.

El índice de diversidad de Shannon resulto en 2.8 que es una diversidad media.

Cuadro 21.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AI

Parámetro	Aves AI
Individuos	103
Riqueza específica (S)	24
Dominancia	0.09
Índice de Simpson (1-D)	0.91
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.8

En los cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de aves registradas dentro del AI.

I

Cuadro 22.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	0	0	0	15	0	1	0	16
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	-	0	1	0	0	0	0	0	1
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	1	1	0	0	0	1	0	3
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	0	1	0	1	0	0	1	3
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	-	0	4	0	0	0	0	0	4
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	0	0	0	0	4	0	0	4
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	0	0	1	0	0	0	0	1
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	0	2	0	1	0	0	0	3
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	0	1	0	1	0	0	1	3
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	0	13	0	0	13
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	17	0	0	0	0	17
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	1	0	0	0	0	1	0	2
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	0	0	1	2	0	0	0	3
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	1	0	0	0	0	0	1	2
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	0	0	0	1	0	0	0	1
Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	-	0	1	1	0	0	0	0	2
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	-	0	0	0	0	6	0	0	6
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	0	0	0	0	3	0	0	3
Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	1	1	0	0	0	0	0	2
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	1	0	0	1	1	4
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	1	0	0	1	0	0	0	2
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	0	0	0	0	5	0	0	5

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
24			6	12	23	22	31	4	5	103

Cuadro 23.. Cálculo de índice de Shannon para la avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AI

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	-	16	15.53	2.00	4.88	0.16	1.86	0.289
Chloroceryle americana	Martín pescador verde	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	-	4	3.88	1.00	2.44	0.04	3.25	0.126
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	4	3.88	1.00	2.44	0.04	3.25	0.126
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	-	3	2.91	2.00	4.88	0.03	3.54	0.103
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	-	3	2.91	3.00	7.32	0.03	3.54	0.103
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	13	12.62	1.00	2.44	0.13	2.07	0.261
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	17	16.50	1.00	2.44	0.17	1.80	0.297
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	3	2.91	2.00	4.88	0.03	3.54	0.103
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	-	2	1.94	1.00	2.44	0.02	3.94	0.077
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	-	6	5.83	1.00	2.44	0.06	2.84	0.166
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	3	2.91	1.00	2.44	0.03	3.54	0.103
Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	-	1	0.97	1.00	2.44	0.01	4.63	0.045
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		4	3.88	4.00	9.76	0.04	3.25	0.126
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2	1.94	2.00	4.88	0.02	3.94	0.077
Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	-	5	4.85	1.00	2.44	0.05	3.03	0.147
24			**103**	**100**	**41**	**100**	**1**	**84.75**	**2.80**

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 20 individuos de 8 especies, de las cuales, solo el Cacomixtle tropical (Bassariscus sumichrasti) está en la lista de especies en riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

La especie con más registro es el conejo de monte (Sylvilagus cunicularius) con 5 registros, esta especie también es la que tiene mayor frecuencia con una frecuencia de 5. Para AI la Mastofauna presenta un índice de Shannon de 1.94, un valor bajo.

Cuadro 24. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AI.

Parámetro	Mamíferos AI
Individuos	20
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.16
Índice de Simpson (1-D)	0.84
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.94

En los cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro del AI.

Cuadro 25.. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Canis latrans	Coyote	-	0	0	0	0	0	0	1	1
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	1	1	1	0	0	0	0	3
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	-	0	0	0	0	0	1	0	1
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	1	1	0	0	1	1	5
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	0	0	1	1	0	0	0	2
Nasua narica	Coatí	-	0	1	1	0	0	0	0	2
Procyon lotor	Mapache	-	2	1	0	0	1	0	0	4
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	-	0	0	1	1	0	0	0	2
8			**4**	**4**	**5**	**2**	**1**	**2**	**2**	**20**

Cuadro 26.. Abundancia estimada para las especies de Mastofauna registradas en el AI

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Canis latrans	Coyote	-	1	5.00	1.00	5.26	0.05	3.00	0.150
Dasypus mexicanus	Armadillo nueve bandas	-	3	15.00	3.00	15.79	0.15	1.90	0.285
Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	-	1	5.00	1.00	5.26	0.05	3.00	0.150
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	5	25.00	5.00	26.32	0.25	1.39	0.347
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
Nasua narica	Coatí	-	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
Procyon lotor	Mapache	-	4	20.00	3.00	15.79	0.20	1.61	0.322
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	-	2	10.00	2.00	10.53	0.10	2.30	0.230
8			**20**	**100**	**19**	**100**	**1**	**17.79**	**1.94**

Herpetofauna

Este grupo faunístico se encuentra representado por 27 individuos de 8 especies, de las cuales dos se encuentran en el listado de especies de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010; 'Abaniquillo guerrerense de encino (Anolis microlepidotus), que está en categoría de Amenazada (A), y Huico llanero (Aspidoscelis costatus) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección especial (Pr)

Las especies con más registros son: el Sapo llanero (Incilius occidentalis), 'Lagartija espinosa del Pacífico (Sceloporus horridus) y Huico llanero (Aspidoscelis costatus), con 7, 6 y 5 registros respectivamente.

En AI la herpetofauna presentó 1.87 de índice de Shannon, lo cual es una diversidad media.

Cuadro 27.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AI

Parámetro	Herpetofauna AI
Individuos	27
Riqueza específica (S)	8
Dominancia	0.18
Índice de Simpson (1-D)	0.82
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.87

En los cuadros siguientes, muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de herpetofauna registrados dentro del AI.

Cuadro 28.. Historia de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AI-1	AI-2	AI-3	AI-4	AI-5	AI-6	AI-7	Abundancia
Anolis microlepidotus	Abaniquillo guerrerense de encino	A	0	0	0	1	0	0	0	1
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	-	0	6	0	0	1	0	0	7
Marisora aquilonaria	Eslizón occidental	-	0	0	2	0	0	0	0	2
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	1	3	1	1	0	0	0	6
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	0	2	1	3
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	0	0	1	0	1	0	0	2
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	1	0	0	0	0	0	0	1
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	4	1	0	0	0	0	5
8			**2**	**13**	**5**	**2**	**2**	**2**	**1**	**27**

Cuadro 29.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AI.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Anolis microlepidotus	Abaniquillo guerrerense de encino	A	1	3.70	1.00	6.67	0.04	3.30	0.122
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	-	7	25.93	2.00	13.33	0.26	1.35	0.350
Marisora aquilonaria	Eslizón occidental	-	2	7.41	1.00	6.67	0.07	2.60	0.193
Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	-	6	22.22	4.00	26.67	0.22	1.50	0.334
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	3	11.11	2.00	13.33	0.11	2.20	0.244
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Árbol del pacifico	-	2	7.41	2.00	13.33	0.07	2.60	0.193
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	1	3.70	1.00	6.67	0.04	3.30	0.122
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	5	18.52	2.00	13.33	0.19	1.69	0.312
8			**27**	**100**	**15**	**100**	**1**	**18.53**	**1.87**

III.1.6 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna silvestre para el Área del Proyecto

AVES

Este grupo faunístico está representado por 156 individuos de 30 especies de las cuales ninguna se encuentra enlistada bajo alguna categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La especie más abundante es la Golondrina Alas Aserradas (Stelgidopteryx serripennis), la Golondrina verdemar (Tachycineta thalassina) y Pinzón mexicano (Haemorhous mexicanus) con 27, 23 y 22 individuos respectivamente. En cuanto a Frecuencia la que tiene mayor valor es la Tortolita Cola Larga (Columbina inca) con un valor de 10.

En cuanto a índice de Shannon este grupo obtuvo un 2.84, el cual es un valor medio.

Cuadro 30.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de Aves en el AP.

Parámetro	Aves AP
Individuos	156
Riqueza específica (S)	30
Dominancia	0.09
Índice de Simpson (1-D)	0.91
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.84

En los cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de aves registradas dentro del Área del proyecto.

Cuadro 31.. Historial de captura de las especies de avifauna registrada en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Piranga rubra	Piranga Roja	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	1	11
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	1	1	1	3	4	3	4	1	0	0	0	4	22
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	0	0	0	5	8	12	0	0	0	0	0	2	27
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	2	0	23
Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	-	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	7
Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo	-	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Phaeoptila sordida	Colibrí Opaco	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Myozetetes similis	Luisito Común	-	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4
30			**7**	**6**	**9**	**16**	**26**	**23**	**17**	**8**	**2**	**24**	**5**	**13**	**156**

Cuadro 32.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de avifauna registradas en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Piranga rubra	Piranga Roja	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Cathartes aura	Zopilote Aura	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Coragyps atratus	Zopilote Común	-	5	3.21	3.00	3.19	0.03	3.44	0.110
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	11	7.05	10.00	10.64	0.07	2.65	0.187
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	2	1.28	1.00	1.06	0.01	4.36	0.056
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	-	3	1.92	1.00	1.06	0.02	3.95	0.076
Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	22	14.10	9.00	9.57	0.14	1.96	0.276
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	27	17.31	4.00	4.26	0.17	1.75	0.304
Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	-	23	14.74	3.00	3.19	0.15	1.91	0.282
Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-	3	1.92	3.00	3.19	0.02	3.95	0.076
Icterus wagleri	Calandria de Wagler	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	7	4.49	7.00	7.45	0.04	3.10	0.139
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	7	4.49	7.00	7.45	0.04	3.10	0.139
Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Peucaea humeralis	Zacatonero Pecho Negro	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Phaeoptila sordida	Colibrí Opaco	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Turdus migratorius	Mirlo primavera	-	1	0.64	1.00	1.06	0.01	5.05	0.032
Myozetetes similis	Luisito Común	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		5	3.21	5.00	5.32	0.03	3.44	0.110
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	-	2	1.28	2.00	2.13	0.01	4.36	0.056
Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	4	2.56	4.00	4.26	0.03	3.66	0.094
30			**156**	**100**	**94**	**100**	**1**	**117.79**	**2.84**

Mamíferos

Este grupo faunístico está representado por 16 individuos de 4 especies, de las cuales, solo una está en la lista de especies en riesgo, la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Cacomixtle tropical (Bassariscus sumichrasti) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección especial (Pr).

La especie más abundante resulto el Conejo de monte (Sylvilagus cunicularius), con 9 registros, esta especie también es la de mayor frecuencia con un valor de 9.

El índice de Shannon para este grupo en AP resultó en 1.1, un valor bajo.

Cuadro 33.. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de mamíferos en el AP.

Parámetro	Mamíferos AP
Individuos	16
Riqueza específica (S)	4
Dominancia	0.4
Índice de Simpson (1-D)	0.6
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.1

En la figura y cuadros siguientes se muestran la abundancia de individuos para cada una de las especies de mamíferos silvestres registrados dentro del AP.

Cuadro 34. Historial de captura de las especies de mastofauna registradas en los sitios de muestreo del AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Canis latrans	Coyote	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	9
Procyon lotor	Mapache	-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
4			**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**0**	**1**	**0**	**3**	**1**	**0**	**16**

Cuadro 35.. Cálculo del índice de Shannon para las especies de Mastofauna registradas en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Canis latrans	Coyote	-	1	6.25	1.00	6.25	0.06	2.77	0.173
Sylvilagus cunicularius	Conejo de Monte	-	9	56.25	9.00	56.25	0.56	0.58	0.324
Procyon lotor	Mapache	-	4	25.00	4.00	25.00	0.25	1.39	0.347
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Pr	2	12.50	2.00	12.50	0.13	2.08	0.260
4			**16**	**100**	**16**	**100**	**1**	**6.81**	**1.10**

Herpetofauna

Este grupo faunístico se encuentra representado por 18 individuos de 6 especies, de las cuales una se encuentra en la lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Huico llanero (Aspidoscelis costatus) que se encuentra en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

La especie más abundante resulto ser el 'Lagartija de Árbol del pacifico (Urosaurus bicarinatus), con 7 registros, esta especie también es la de mayor frecuencia con un valor de 7. El índice de Shannon para este grupo es de 1.53, que es un valor bajo.

Cuadro 36. Resumen de los índices de diversidad calculados para el grupo de herpetofauna en el AP.

Parámetro	Herpetofauna AP
Individuos	18
Riqueza específica (S)	6
Dominancia	0.26
Índice de Simpson (1-D)	0.74
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.53

En los cuadros siguientes se muestra la abundancia de individuos para cada una de las especies de herpetofauna registradas dentro del AP.

Cuadro 37.. Historial de captura de las especies de herpetofauna registradas en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	T1-AP	T2-AP	T3-AP	T4-AP	T5-AP	T6-AP	T7-AP	T8-AP	T9-AP	T10-AP	T11-AP	T12-AP	Abundancia
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos		0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6			**1**	**2**	**3**	**3**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**0**	**0**	**2**	**18**

Cuadro 38.. Cálculo de índice de Shannon para las especies de herpetofauna registradas en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
Incilius occidentalis	Sapo de los pinos		5	27.78	5.00	29.41	0.28	1.28	0.356
Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño	-	2	11.11	2.00	11.76	0.11	2.20	0.244
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	1	5.56	1.00	5.88	0.06	2.89	0.161
Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Arbol del pacifico	-	7	38.89	7.00	41.18	0.39	0.94	0.367
Lithobates zweifeli	Rana leopardo	-	2	11.11	1.00	5.88	0.11	2.20	0.244
Aspidoscelis costatus	Huico llanero	Pr	1	5.56	1.00	5.88	0.06	2.89	0.161
6			**18**	**100**	**17**	**100**	**1**	**12.40**	**1.53**

Cuadro 39. Comparativo de los índices de diversidad calculados en RE, AP y AI.

Parámetro	GRUPO FAUNÍSTICO								
	AVES			MAMÍFEROS			HERPETOFAUNA		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Riqueza específica (S)	30	24	25	4	8	6	6	8	8
Abundancia	156	103	109	16	20	10	18	27	15
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.84	2.8	2.79	1.1	1.94	1.7	1.53	1.87	1.93

En cuanto a la avifauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más alto en AP (2.84) y el más bajo en RE (2.79), entre los que hay una diferencia de 5 centésimas, por lo cual podemos decir que la diversidad entre unidades es prácticamente igual. En cuanto a la mastofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.1) y el más alto en RE (1.7). En cuanto a la herpetofauna se encontraron valores medios de diversidad (Índice de Shannon), el valor más bajo en AP (1.53) y el más alto en AI (1.93).

III.2 Criterios para determinar y seleccionar las especies sujetas de rescate y reubicación.

Es importante señalar que previo a las actividades de rescate y reubicación será necesario realizar en primera instancia actividades de ahuyentamiento, puesto que algunos organismos de los distintos grupos faunísticos presentan movilidad amplia o bien en ellos las técnicas de ahuyentamiento los perturba e incita a desplazarse a zonas cercas con hábitat similar y buscar refugio.

Considerando lo anterior se enlistan los criterios para designar grupos de atención prioritaria, dichos criterios se citan a continuación:

- **Criterio1**. Estatus de conservación especies que se identifiquen con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- **Criterio 2**. Distribución: hace referencia a las especies endémicas, siendo estas más prioritarias que las no endémicas en cuanto a la implementación del rescate y reubicación.
- **Criterio 3**. Especialista de hábitat: Se refiere aquellas especies que se encuentran solo en determinado tipo de hábitat o una distribución restringida, son especies más sensibles a los cambios y perturbaciones de su hábitat.
- **Criterio 4**. Baja movilidad: se aplica considerando la capacidad de escape natural de las especies ante cambios en su hábitat: mientras menor sea su movilidad (i.e., anfibios, reptiles, mamíferos pequeños), tendrán menor probabilidad de desplazamiento ante las perturbaciones generadas por el proyecto, y su riesgo será mayor.

- **Criterio 5**. Especies de hábitos hipogeos, arborícolas o cavernícolas: ya que especies con estos hábitos se esconden en sus madrigueras, en lugar de huir ante la perturbación.

Para el caso de especies de lento desplazamiento se emplearán técnicas seguras tanto para las especies de fauna como para el personal encargado de llevar a cabo estas tareas, por ejemplo, uso de trampas tipo “Sherman” y “Tomahawk” para mamíferos de pequeña y mediana talla.

Para el caso de herpetofauna, podría ser reubicada en el Área de Influencia siempre y cuando se presenten características de hábitat similares, o bien se podrían trasladar hacia áreas más conservadas en la RE del proyecto.

En el caso de ornitofauna hay que considerar que existen dos eventos importantes de migración durante primavera y otoño, la meta es hacer el rescate y reubicación de organismos una vez concluida la época de reproducción, de no poder ser, se podría instaurar la protección de nidos activos.

Cabe señalar la alta movilidad que presentan las aves, la cual les permite desplazarse para alejarse de perturbaciones y moverse fácilmente entre fragmentos de hábitat. Por lo anterior, el proyecto no afectará de manera significativa a la avifauna. Sin embargo, se implementarán medidas de mitigación enfocadas en evitar daños a todas las especies de fauna presentes en el área del proyecto (AP), incluyendo las aves. Dichas medidas contemplan acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

A continuación, en el siguiente cuadro se presenta el listado de las especies confirmadas en el área del proyecto:

Cuadro 40. Listado de Especies confirmadas en AP, sujetas a rescate y reubicación.

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
2	Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	LC	
3	Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	LC	Cites II
4	Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	
5	Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	LC	
6	Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	
7	Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	
8	Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	LC	Cites II
9	Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	LC	
10	Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	LC	
11	Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	LC	

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
12	Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	LC	
13	Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	LC	
14	Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	LC	
15	Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	LC	
16	Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	LC	
17	Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	
18	Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	LC	
19	Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	LC	
20	Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	
21	Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC	
22	Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	LC	
23	Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	LC	
24	Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	LC	
25	Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	LC	
26	Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	LC	
27	Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	LC	
28	Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	LC	
29	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	LC	
30	Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	LC	
31	Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	-	LC	
32	Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	LC	
33	Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	LC	
34	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	LC	
35	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Arbol del Pacifico	-	LC	
36	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	**Pr**	LC	
37	Mamiferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	LC	
38	Mamiferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	LC	
39	Mamiferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	**Pr**	LC	
40	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	

Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010)

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies presentes en el Área del Proyecto reside en el hecho de plantear adecuadas medidas de mitigación. De esta manera, se revisó el estatus de riesgo de las especies presentes de acuerdo con la Norma Oficial para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (**NOM-O59-SEMARNAT-2010**). En esta norma

la fauna mexicana con alguna categoría de riesgo se encuentra enlistada en algunos de los siguientes rubros:

Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E). Aquellas especies cuyos ejemplares, en vida libre dentro del territorio nacional, han desaparecido, y de la cual se desconoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

En Peligro de Extinción (P). 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 como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas (A). Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando factores tales como la modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.

Sujetas a Protección Especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica; por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y, Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A).

Cuadro 41. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AP	AI	RE
Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr		Registrada	
Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			Registrada
Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	Registrada	Registrada	Registrada
Mastofauna	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	Registrada	Registrada	

De acuerdo con la tabla anterior, las especies encontradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y encontradas en AP fueron el Huico llanero (*Aspidoscelis costatus* y *Bassariscus sumichrasti*) ambas en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). El Cacomixtle tiene una alta capacidad de desplazamiento, mediante la cual lo individuos pueden desplazarse para alejarse de disturbios. El Huico llanero presenta ámbitos hogareños reducidos, pero

se puede desplazar de disturbios. Atendiendo a estos resultados se realizarán medidas de mitigación enfocadas en evitar que las especies de fauna encontradas en AP pudieran ser dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

IV. Técnicas propuestas para ahuyentar fauna en la ruta del trazo.

En el ahuyentamiento de fauna se busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de anfibios y reptiles, mamíferos y aves, impulsando su migración hacia otros lugares. Las actividades de ahuyenta miento estarán enfocadas principalmente para aquellos individuos con habilidad de desplazamiento tales como el grupo de las aves y mamíferos de tamaño mediano, así como algunos reptiles. Las actividades se realizarán antes del inicio del desmonte y despalme mediante recorridos a través de transectos lineales a lo ancho del derecho de vía y longitud determinada, de acuerdo al calendario de construcción de la obra. Dichas actividades se realizarán en un horario diurno iniciando las 6:00 am.

En el ahuyentamiento de fauna se emplean diferentes metodologías y técnicas como estímulos visuales (siluetas o globos), estímulos auditivos (reproducción de sonidos que alerten del peligro), estímulos mecánicos (movimiento de la vegetación arbórea y arbustiva) y estímulos químicos (hormonas de animales depredadores), los cuales generan un cierto grado de estrés a los animales que los incita a desplazarse del lugar.

Las actividades de ahuyentamiento deberán realizarse de 10 a 15 días previo al inicio de actividades (este tiempo puede variar dependiendo de las especies y el área), cuidando de cercar inmediatamente los sitios sometidos al ahuyentamiento para evitar que la fauna vuelva a estos lugares. Estas cercas se realizarán mediante la instalación de barreras con una altura mínima de 1,50 m y la longitud necesaria, se puede emplear tela de polipropileno o similar asegurándose de que debe estar fija al suelo encerrando el área que será intervenida. 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.

A continuación, se describen algunas técnicas de ahuyentamiento, las cuales podrán utilizadas, de acuerdo con la zona, facilidad y criterio del profesional.

IV.1 Estimulo visual

- Siluetas

Esta metodología consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en diferentes materiales como madera, globos de helio, plástico y

cartón plax. Se recomienda utilizar siluetas de depredadores específicos dependiendo del grupo de individuos que se quiere ahuyentar. Se ha demostrado que las siluetas de águilas y de búhos, generan gran estímulo en todos los grupos de individuos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). La ubicación de las siluetas se debe de realizar a tres alturas diferentes dependiendo de la zona y el tipo de cobertura que esta posee, se recomiendo ubicar en la parte más alta de los árboles (siluetas de águilas), en la parte media (globos de helio y siluetas de búhos) y en la parte baja (siluetas de búhos) a fin de tener una cobertura visual más amplia. La respuesta de los animales se debe a que este método pretende simular la presencia de depredadores en la zona, como lo son las águilas y los búhos, con los cuales se busca hacer creer al individuo que se encuentra en peligro y que debe desplazarse del lugar. Las aves y algunos mamíferos son los grupos que tienen una mejor respuesta al desplazamiento frente a este estímulo.

- Reflectores

Este método consiste en utilizar reflectores de alta luminosidad buscando generar un cambio en las condiciones naturales del ambiente y crear un estrés en los organismos. El uso de los reflectores se debe hacer en horas de la noche, con este se busca alterar las condiciones naturales de la noche (oscuridad) e impedir que los animales no puedan dormir y requieran desplazarse del lugar para hacerlo. Este método se emplea principalmente en aves y mamíferos. Se recomienda instalarlos cerca de lugares donde, mediante el muestreo corto se logró establecer que había nidos o madrigueras.

- Papel metalizado (cintas de colores)

Este método utiliza cintas de colores metalizados, con las cuales se busca reflejar los rayos del sol y crear un estrés visual en las aves que sobrevuelen el área. Las cintas se deben instalar en lugares semi-abiertos para permitir el ingreso de los rayos del sol y lograr reflejarlos. Las cintas se extienden y amarran entre los árboles, con una tensión adecuada que permita el movimiento de esta por acción del viento, buscando que los reflejos se emitan en diferentes direcciones. Este método tiene buena respuesta de ahuyentamiento en las aves.

IV.2 Estimulo auditivo

- Reproducción de sonidos

Esta técnica consiste, en la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de estos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento. Durante la aplicación de esta metodología se utiliza un bafle o parlante amplificador de sonido (mínimo 30Wats de potencia, dependiendo del tamaño del área), con una grabación que se reproduzca continuamente.

Se debe ubicar en un lugar estratégico en el cual se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable No dejar la grabación de forma continua por mucho tiempo, puesto que se puede volver “normal” para los animales y en un momento dado dejar de causar el estímulo que se desea, por lo anterior se recomienda colocar la grabación durante 50 minutos y suspenderla por 10 minutos, así sucesivamente el tiempo que el profesional considere pertinente.

También se puede realizar mediante la generación de ruido en tramos cortos de recorrido “espantando” a la fauna presente, utilizando un megáfono como herramienta para la generación del sonido.

Esta metodología ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

V. Técnicas propuestas para captura, manejo y traslado de especies sujetas de rescate, con y sin estatus de protección en la nom-059-semarnat-2010.

El rescate de los individuos estará a cargo de biólogos, ingenieros ambientales, ingenieros agrónomos o ingenieros forestales. También se deberá contratar a personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto. El personal que se encargará de las actividades de rescate portará una identificación que avale los trabajos a realizar, así como su hoja de comisión de la empresa que los contrató para prestar sus servicios.

A continuación, se presentan los procedimientos a realizar en campo, los criterios y fundamentos por grupo faunístico que se aplicarán en el presente programa de rescate de fauna

V.1 Anfibios

Debido a sus características ecológicas y etológicas, su desplazamiento lento y áreas de actividad pequeña, los réptiles son los grupos que sufrirán mayores afectaciones en cuanto a pérdida de hábitat, ya que durante el procedimiento constructivo de desmonte y despalme se destruirá el nicho donde habitan estas especies, por lo cual el rescate se centrará en la búsqueda de estos organismos en las áreas a remover para su reubicación en los sitios adecuados.

Para las acciones de rescate de anfibios será necesario el siguiente equipo:

- Bolsas de plástico
- Botas de plástico
- Guantes de látex
- Bitácora

- Cámara fotográfica
- GPS
- Hielera
- Hipoclorito de sodio al 4%, etanol al 70% o formol al 37%
- Jabón

Para los anfibios, los transectos se realizarán a lo largo de riachuelos y cuerpos de agua (que estuvieran sobre el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales) en el día (León-Cortés *et al*., 2010), ya que estos organismos habitan entre el medio acuático y el terrestre, mucho más dependientes de la humedad ambiental y la existencia de masas de agua, que de la temperatura.

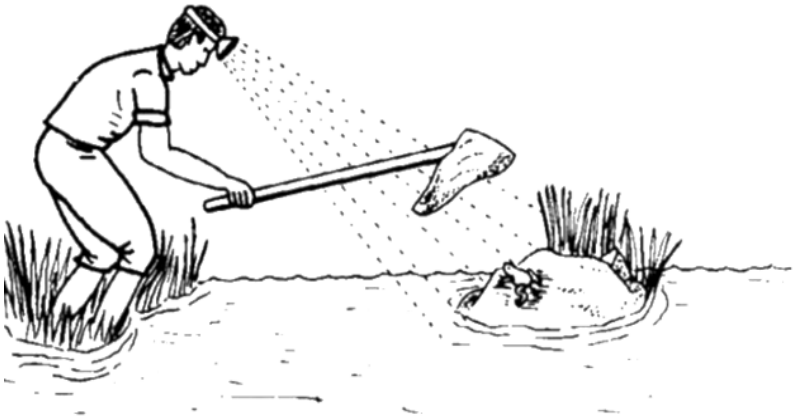


Figura 15. Muestreo de anfibios

Las técnicas de seguridad y bioseguridad para el trabajo con este grupo de organismos son importantes, ya que son muy susceptibles al contacto con sustancias como repelentes, solventes o insecticidas (Netting, 2000; Lips *et al*., 2001). Se deberán lavar las botas y el material de campo con hipoclorito de sodio al 4 %, etanol al 70 % o formol al 37 % cada vez que se cambie de área de muestreo, retirando el material vegetal y muestras de suelo. Estas recomendaciones ayudarán a evitar la transmisión y propagación de patógenos entre los anfibios, como la quitridiomicosis.

La captura de los anfibios será directamente con la mano o con la ayuda de redes para pecera, sin embargo, con estos organismos será necesaria la utilización de guantes desechables para su manipulación.



Figura 16. Material utilizado en la captura de anfibios

Una vez capturado el organismo y para su posterior traslado, este se aislará en bolsas plásticas grandes individuales con sustrato del lugar donde se capture (ninguna bolsa debe usarse dos veces ni en dos organismos), para evitar la contaminación entre individuos. Las bolsas deberán ser infladas con aire del ambiente, no con la boca, siendo cerradas con una liga de caucho o con un nudo para posteriormente ser ubicadas en un lugar con sombra para su transporte final. Las bolsas se colocarán en una hielera para mantener a los ejemplares en un sitio fresco, aislados de la luz directa del sol, evitando muertes por insolación.



Figura 13. Manipulación y aislamiento individual de anfibios

En caso de hallarse tortugas en el área, estas se atraparán por medio de la colocación de trampas, en sitios inundados o cuerpos de agua. Las trampas consisten en una serie de anillos metálicos cubiertos con una red de nylon formando un cilindro, en cada extremo llevan un embudo invertido de forma que las tortugas puedan entrar fácilmente pero no salir. El cebo debe colocarse en la parte superior y en el centro de la trampa, pero siempre quedando sumergido. Como cebo se recomienda utilizar carne molida fresca, pescado o hígado de pollo. La trampa debe quedar de tal manera que la parte superior quede encima de la superficie del agua, para que las tortugas puedan respirar y no se ahoguen. La trampa

se sujetará de dos líneas que se atan a troncos, esto hace que la trampa quede rígida y abierta (Gutiérrez-Mayén, 2006).

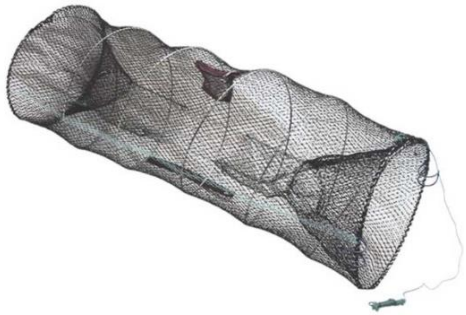


Figura 17. Representación esquemática de una trampa para tortugas

V.2 Reptiles

Se realizará una búsqueda intensiva en todos los posibles microhábitats: debajo de rocas, en troncos, entre la hojarasca, etc. El horario óptimo para este grupo es entre las 10:00 y las 13:00 hrs y entre las 17:00 a las 19.00 hrs que es cuando tienen mayor actividad.

Para las acciones de rescate de reptiles será necesario el siguiente equipo:

- Ganchos herpetológicos
- Sacos de manta o yute de distintos tamaños
- Guantes de protección para manejo de fauna
- Polainas anti mordedura
- Bitácora
- Cámara fotográfica
- GPS
- Guías de campo para identificación de fauna



Figura 18. Búsqueda intensiva de reptiles

El grupo de reptiles es muy heterogéneo e incluye a diferentes organismos con diferentes características:

Lagartijas e iguanas se atraparán de forma directa por medio de un manotazo, teniendo cuidado de no lastimar al individuo. En el caso de iguanas se recomienda el uso de guantes de carnaza para evitar alguna mordedura. Para lagartijas también se puede utilizar una liga, la cual se le lanzará al organismo con la finalidad de aturdirlo y facilitar la captura, teniendo cuidado de no hacerlo con demasiada fuerza ya que pueden resultar heridos o muertos los individuos. Otra alternativa es el método del asa, se utiliza un tubo de aluminio u otro material extensible, en la punta se le coloca un hilo formando un asa. Esta asa se pondrá alrededor del cuello de los organismos a capturar y se tirará, de tal forma que el organismo quede atrapado por el asa.

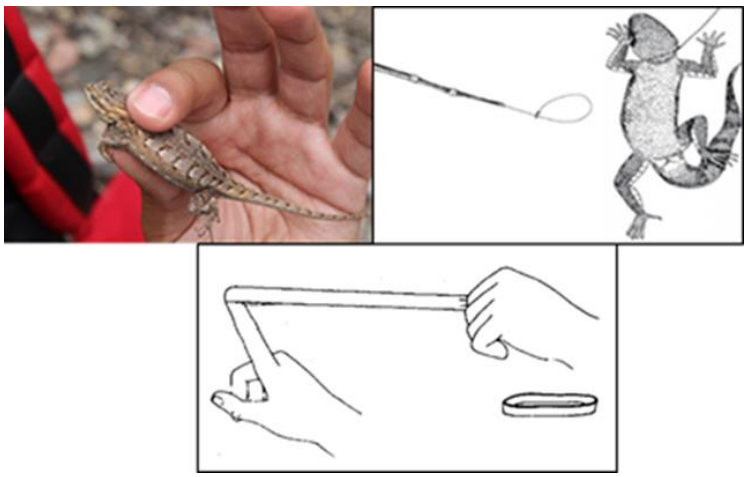


Figura 19. Diferentes técnicas de captura de reptiles

Para el caso de los ofidios, ya sean venenosos o no, se manipularán con mucho cuidado, tanto por la seguridad del animal como del encargado del rescate. Se utilizará en todo momento guantes de carnaza y un gancho herpetológico como ayuda. Una vez controlada la serpiente, se depositará en un costal de tela poroso (la manta suele funcionar, siempre y cuando el tamaño de estos se proporcional al tamaño del reptil). A estos costales se les puede adicionar un anillo de metal a un palo largo, en el anillo de metal se colocará la bolsa de manta (las bolsas dos veces más largas que anchas) y con ayuda del gancho herpetológico se colocará a la serpiente dentro; esto es una forma segura de meter serpientes venenosas en los sacos. Una vez dentro los ofidios, el cuello de la bolsa se torcerá (girará) antes de ser atado y ser anudada (Bennette, 1999), siempre transportando la bolsa alejada del cuerpo (Gallina & López-González, 2011) y bajo la sombra.

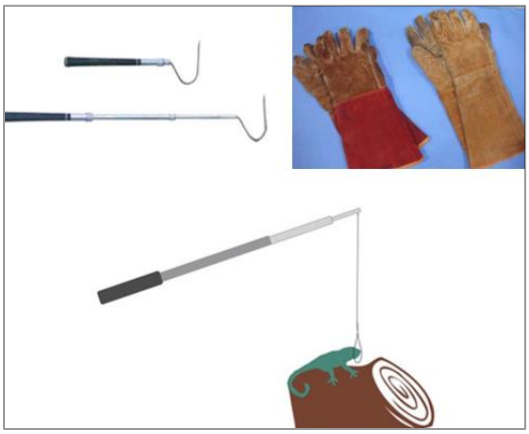


Figura 20. Materiales utilizados en la captura de reptiles



Figura 21. Manipulación y transporte adecuado de ofidios

V.3 Mamíferos

Los mamíferos silvestres no se pueden observar tan fácilmente, aunque algunos se alimentan durante el día, la mayoría lleva una vida nocturna activa, en las primeras horas de la noche o de la madrugada para salir de sus refugios. Observarlos es tan difícil como organizar su captura, ya que requiere de bastante paciencia y suficiente habilidad, y sobre todo de conocimientos de sus hábitos, lugares de crianza y necesidades de alimentación.

Dentro de los métodos indirectos, están los transectos de observación de rastro, resultando ser métodos económicos, aplicables a grandes áreas y con la capacidad de ser reproducibles en otros lugares o en la misma área en épocas diferentes del año (Nachman, 1993). Este método ayudará y dará certeza sobre la dinámica de desplazamiento de estos mamíferos, beneficiando dirigir las acciones de su protección.

Para el monitoreo de los mamíferos se contará con el siguiente equipo:

- Trampas tipo Sherman
- Trampas tipo Tomahawk
- Guantes de carnaza
- Lazo para manipulación de mamíferos
- Cebo atrayente
- Bitácora
- Cámara fotográfica
- GPS.

a) Mamíferos medianos

Para capturar mamíferos medianos se utilizarán trampas tipo jaula llamadas Tomahawk, las cuales se colocarán posterior a una valoración para ubicar zonas de actividad; es decir, zonas donde se hayan encontrado rastros indirectos, como huellas o excretas de mamíferos medianos como por ejemplo el mapache. Estas trampas pueden instalarse, por ejemplo, en lugares donde anteriormente se observaron indicios (rastros) de mamíferos, durante los muestreos en el área sujeta a cambio de uso de suelo.



Figura 22. Trampa Tomahawk para captura de mamíferos medianos

Las trampas deberán ser colocadas en las últimas horas del atardecer y revisadas en las primeras horas del amanecer del día siguiente.

Dependiendo de los hábitos alimentarios de las especies por capturar, los cebos y atrayentes deben presentar olores fuertes, pudiendo consistir en frutos (mango, plátano y guayaba), pescado (sardinas o atún), huevos y carnes con cierto grado de descomposición. Una vez puestas se recomienda revisarlas varias veces con intervalos de dos horas, desde las seis de la tarde hasta la una o dos de la mañana. Después de haber capturado a los mamíferos, se anotan todos los datos y registros del lugar de colecta y del espécimen.

En ocasiones, en lugar de realizar una captura y reubicación, la cual ocasionaría mucho estrés para el organismo, se recomienda que durante el levantamiento de las trampas otra

persona realice ruido para que espante a las especies que aún se encuentren en los terrenos aledaños. La actividad de hacer ruido para espantar a los mamíferos medianos deberá realizarse todos los días antes de comenzar las obras, para evitar encuentros de la planta laboral con la fauna silvestre.

b) Mamíferos pequeños

En el caso de los mamíferos pequeños, la mayoría de las técnicas se basan en su captura, ya que estos animales son bastante difíciles de observar a través de avistamientos o registrarlos indirectamente por sus rastros. Muy raras veces dejan huellas reconocibles y es casi imposible identificarlos a distancia debido a su pequeño tamaño, rápidos movimientos, conducta orientada para esconderse inmediatamente ante posibles depredadores, y que la gran mayoría de las especies son de actividad nocturna (León-Cortés *et al*., 2010).

Para roedores generalmente se usan trampas Sherman cebadas con una mezcla de avena con extracto de vainilla. Todas las trampas se colocan durante la tarde, ya que es durante la noche cuando los mamíferos presentan mayor actividad para buscar su alimento.

Dentro de cada punto de observación, se colocaron trampas tipo Sherman a una distancia de 5 m entre ellas, con avena, esencia de vainilla y crema de cacahuate como cebo atrayente.



Figura 23. Trampa Sherman

c) Madrigueras y crías

Cuando se identifique una madriguera, se debe escarbar e identificar si está siendo utilizada solamente como refugio o si en ella se encuentran crías o huevos, de los cuales se deberá hacer el rescate, junto con la madre en el caso de las especies que tienen cuidado parental. Los huevos deberán ser trasladados conservando el orden y polaridad de cada uno y tanto huevos como crías, podrán ser reubicados en una madriguera lo más parecida posible a la original que se encuentre en el área destinada para la liberación. Una vez se establece que

una madriguera está siendo usada solamente como refugio y no tiene crías, se puede ejercer el desplazamiento de los individuos adultos mediante el uso de ramas, medidas de perturbación del ambiente teniendo en cuenta todos los orificios de la madriguera para lograr la captura de individuos de manera eficiente. Todas las madrigueras, se crean activas o no, una vez se establezca con certeza que están completamente abandonadas (sin crías, huevos o adultos), se deben clausurar colapsándolas por completo y compactando el suelo, para evitar que vuelva a ser usada por otro animal mientras comienzan las labores de la obra o durante las labores de ahuyentamiento. Todos los individuos capturados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) serán identificados taxonómicamente mediante el uso de guías especializadas, posteriormente serán confinados y transportados según el grupo taxonómico y las especificaciones mencionadas anteriormente.

V.4 Nidos y polluelos de aves

El grupo de las aves, al ser susceptible a la perturbación antropogénica, no requerirá un rescate como tal, estos organismos huyen al momento de escuchar ruidos o ver presencia humana en las cercanías. Por ello, con la finalidad de propiciar la migración de individuos de especies de fauna silvestre, se recurrirá a técnicas de amedrentamiento (Hawthorne, 1987) y a la protección de nidos de aves para afectarlos en la menor manera posible.

Para las acciones de ahuyentamiento y protección de nidos de aves se requerirá el siguiente equipo:

- Binoculares
- Megáfono o corneta de aire
- Bitácora
- Cinta para acordonar - precaución
- GPS
- Cámara fotográfica

En complemento al ahuyentamiento, se aplicaron los conteos por puntos con modificación para encontrar nidos activos de aves. Este método resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats. En la técnica de puntos de conteo, el evaluador permaneció en un punto en donde tomó nota de todos los nidos en un tiempo de entre 10 a 15 minutos. El horario de evaluación no pasó de 4 horas matinales y/o 3 horas antes del anochecer para censar toda la ruta de puntos, con una distancia mínima entre ellos de 500 m (Ralph et al., 1996).

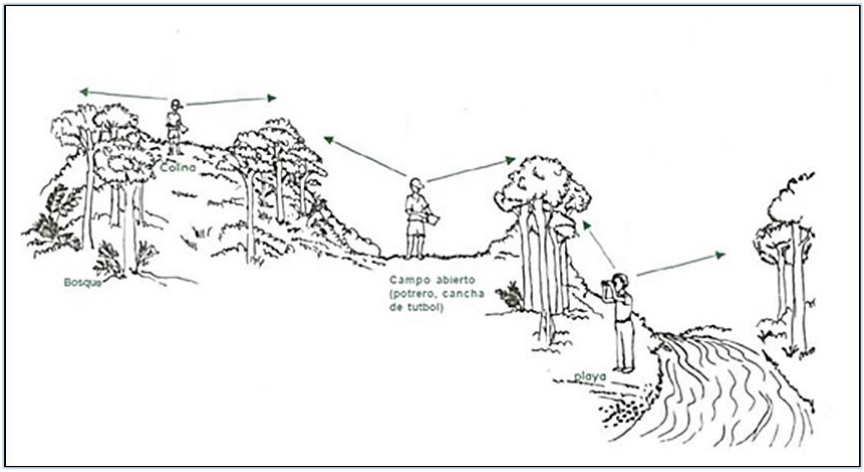


Figura 24. Técnica de puntos de conteo para localizar nidos activos de aves

En caso de encontrar algún nido activo, se procederá acordonar el área en donde se ubicaba este para que nadie se acerque. De este modo se evitaba la perturbación al nido protegiendo el árbol o la superficie donde se encuentra y, en consecuencia, lograr la estancia y cuidado de los polluelos por parte de los progenitores, permitiendo el desarrollo y abandono natural de las crías.

V.5 Métodos para evaluar la migración de individuos ahuyentados de la zona de proyecto

Si bien no existen métodos técnicos para determinar la migración de individuos en un proyecto carretero, se pueden utilizar el marcaje de especímenes para dar seguimiento a las medidas de ahuyentamiento en al área del proyecto.

La captura y marcaje con distintos dispositivos es una de las técnicas más eficaces para el estudio de distintos aspectos de la ecología de las especies de fauna silvestre. El proceso de manejo de los animales para realizar estas acciones resulta sensible, puesto que genera estrés y, potencialmente, riesgos a su integridad física derivados de la propia captura, el mantenimiento y retención, la colocación de emisores y la permanencia y liberación de los dispositivos de marcaje en el animal.

A continuación, se enuncian una serie de recomendaciones si se considera necesario valuar la movilidad de las especies en el área sujeta a CUSTF, considerando que, si las medidas de ahuyentamiento no son efectivas, sería necesario observar si a la fauna regresa por que el sitio representa un microhábitat favorable o presenta sitio de alimentación.

- Es necesario dar prioridad a la seguridad del estado físico del animal.

- Incorporar, en todo caso, sistemas de marcaje limitados en el tiempo. Esto es, que los arneses, collares o métodos de fijación del dispositivo permitan la ruptura de los mismos y su liberación dado que no existen emisores de duración ilimitada (sobre todo en animales longevos). El plazo temporal de la ruptura de estos sistemas debe ser acorde con la duración de la batería del emisor y, como norma general, permanecer en el animal el menor tiempo posible.
- Priorizar el marcaje en cola, para el caso de las aves, siempre que el objetivo del estudio lo permita.
- Evitar la realización de marcajes y proyectos que no tengan asegurada la continuidad mínima que permita la recepción de localizaciones durante toda la duración de la batería del emisor.
- El peso de los emisores de recepción de posición y actividad, con todos sus componentes, no debe rebasar el 3% del peso del animal en el caso de especies grandes o el 5% en el caso de especies de tamaño pequeño.
- Resulta fundamental realizar el marcaje de los individuos teniendo en cuenta las dimensiones y tamaño corporal definitivo que puede alcanzar. Esto es especialmente importante en el caso del marcaje de pollos de aves y de ejemplares no adultos de otros grupos taxonómicos. En el caso de las aves, no deben marcarse ejemplares hasta que hayan alcanzado el máximo crecimiento óseo. Para conocer las dimensiones de los arneses a colocar en un ejemplar no crecido completamente, resulta muy recomendable haber adquirido experiencia con ejemplares adultos de la especie.
- En el caso de marcajes con arneses de tipo mochila, es muy importante tener en consideración la longitud del emisor en función del tamaño de la especie marcada, al objeto de evitar que pueda girarse y provocar problemas sobre la seguridad del espécimen.
- Ningún ejemplar marcado en fases tempranas de su desarrollo, especialmente pollos en nido o inmaduros de otras especies, debe dejar de ser seguido visualmente para comprobar el correcto crecimiento del ave y que no existen problemas con el sistema de marcaje.
- Previamente a cualquier marcaje, debe haber un seguimiento del estado de los ejemplares a marcar. Esto es especialmente importante en el caso de pollos en nido, para tener clara la edad del individuo y saber si se dan las condiciones adecuadas para colocar los emisores.
- El marcaje de pollos en nido y de mamíferos no crecidos definitivamente requiere incluir sistemas de ruptura o elongación progresiva del arnés o collar, que permita ajustarse a las dimensiones definitivas del animal.
- Usar materiales que eviten en todo caso lesiones o heridas por abrasión por contacto con plumas, pelo o piel de los animales.
- Recomendación del uso de caperuzas o similares durante el manejo de aves y ungulados silvestres (cuando no se empleen sistemas de anestesia o sedado).

- Inclusión en el equipo de trabajo de veterinarios especializados en los casos en que se requiere la anestesia de los individuos y/o la implantación de dispositivos subcutáneos.
- Observar de manera cuidadosa el marcaje de especies con hábitos buceadores o acuáticos y con costumbres troglodítas.

En los siguientes párrafos se describen en forma general los tipos de marcaje y objetivos d ellos mismos:

V.5.1 Individualización con marcas visuales a distancia

Consiste en la colocación de elementos en el cuerpo del animal que permiten su posterior visualización y lectura a distancia sin necesidad de una recaptura del propio animal. Existen numerosos tipos de marcas, que pueden contener un código alfanumérico único o una combinación de colores que discriminan a un ejemplar respecto a otros de su especie. Los métodos más comúnmente empleados en este apartado son: anillas de pvc para colocación en patas de aves, crotales de marcaje en mamíferos (generalmente en orejas) o reptiles (tortugas marinas), collares con colores o códigos alfanuméricos (aves o mamíferos), marcas alares, marcas nasales, etc. Permite evaluar distintos aspectos demográficos y de la ecología de los individuos objeto de estudio y sus poblaciones.

V.5.2 Individualización con anillas

Se trata de la colocación de anillas metálicas en las patas de las aves, en los patagios de quirópteros o en las aletas de tortugas marinas, que incluyen códigos alfanuméricos únicos y no repetibles y un remite de la organización/entidad gestora de dicho marcaje. Este sistema permite la individualización inequívoca del espécimen y requiere, generalmente, la recaptura del animal para el reconocimiento del código de la anilla. Se trata de un sistema de marcaje ampliamente empleado y coordinado de manera eficaz en los países europeos, lo que permite evitar el solapamiento de códigos y un intercambio preciso de información. Al llevar asociada la recaptura, permite evaluar además aspectos demográficos, sanitarios y de distintos aspectos de la ecología de los individuos y sus poblaciones.

V.5.3 Marcaje subcutáneo.

Consiste en la implantación subcutánea de dispositivos de tipo chip, cuyos códigos individuales han de ser identificados con la ayuda de lectores de proximidad. Estos dispositivos se colocan en distintas regiones del cuerpo del animal, generalmente con ayuda de una pequeña intervención quirúrgica. Los lectores empleados para la identificación del microchip pueden, o ser manejados por personas, lo que requeriría en

general una recaptura del animal, o estar ubicados en localizaciones clave para que se registre automáticamente la información de la presencia de los animales marcados (en puntos de una colonia de cría, en lugares de paso, etc.).

V.5.4 Emisores para recepción de posición y/o actividad.

Sistema de marcaje en el que se fija un dispositivo al animal que emite señales de distinto tipo y que son recibidas por medio de distintos sistemas. Existen distintos tipos de emisores, como son los de radiofrecuencia en VHF y localización con receptores de señal, los que transmiten vía satélite o por medio de la red de telefonía (gsm). Todo ellos informan sobre la localización geográfica del espécimen con mayor o menor precisión (pueden incluir un gps y ofrecer localizaciones precisas). En numerosos 16 casos, también informan de la actividad desarrollada por el ejemplar (vuelo, desplazamiento, quietud, actividad ó inactividad –muerte-). Se trata de dispositivos ampliamente utilizados para tener datos precisos sobre la biología de los animales y que requieren su fijación en el animal por distintos métodos: arneses, pegamentos especiales en partes vivas o inertes del animal (cuernos, caparazones, piel, etc.), collares, cinturones, etc. No requieren la recaptura del ejemplar para obtener información sobre su localización, aunque su duración es limitada en el tiempo y no se prolonga, en general, más allá de cinco años, en función del sistema empleado. Se destinan principalmente al estudio de los desplazamientos (migración) y uso del espacio, así como para conocer y revertir distintas amenazas de las poblaciones objeto de marcaje.

V.5.5 Otros emisores

Se trata de variaciones respecto a los emisores de posición y actividad expuestos en el punto anterior, y que se destinan igualmente a conocer localizaciones de presencia de los individuos y, en consecuencia, uso del espacio, áreas de invernada, reproducción, alimentación, etc. Se trata de dispositivos que recogen información en su interior sobre posiciones de presencia (tipo geolocalizadores o registradores de datos) que posteriormente son descargadas bien a través de la recaptura del animal o de su acercamiento a dispositivos de descarga de datos. Entre los beneficios principales, presentan un menor peso por lo que pueden ser colocados en animales de un menor tamaño relativo.

VI. Sitios propuestos para la liberación y reubicación de especies capturadas.

VI.1 Medidas para garantizar la sobrevivencia de ejemplares capturados para su reubicación.

a) Transportación de reptiles y anfibios

A las especies de reptiles se les deberá transportar en costales de manta bien cerrados. Los anfibios deberán ser transportados en las bolsas en que fueron colectados, siempre cuidando de que no estén expuestas al sol y se mantenga la humedad dentro de éstas. Los renacuajos deberán ser transportados en frascos con agua tomada del mismo sitio donde fueron capturados.

El resto de los reptiles, si fueran muy grandes, deberán transportarse en recipientes de plástico sellados, pero con orificios para que el aire pase fácilmente.

b) Transportación de mamíferos

Los mamíferos serán transportados directamente en las trampas donde han sido atrapados sin retirarlos de las mismas. Es importante que las trampas no estén expuestas directamente al sol o a condiciones de luz extrema, calor o frío. Tampoco es recomendable que los mamíferos capturados permanezcan mucho tiempo dentro de las mismas. Las trampas tanto “Sherman” como “Tomahawk” deberán estar cubiertas con alguna tela oscura para minimizar el estrés en el animal y sólo se destaparán para fines de identificación y liberación. No se deberá olvidar el uso de guantes de carnaza para la manipulación de los ejemplares.

Antes de ser liberados, habrá que asegurarse que los animales capturados se encuentren sanos y en buenas condiciones. Si alguno de los animales mostrara signos de debilidad o enfermedad será necesario que sea revisado in situ por un médico veterinario.

a) Liberación de Mamíferos

Para los mamíferos en general será necesario que su liberación sea durante el crepúsculo o en la noche, cualquiera que sea la especie en cuestión. Los roedores generalmente requieren de estar en movimiento debido a su elevado metabolismo, por lo que se sugiere que sean liberados de forma rápida y eficaz. Debido a que las trampas son metálicas, éstas no se deben exponer al sol o al calor porque podrían ocasionar la muerte de los ejemplares. La apertura de las trampas debe realizarse con sumo cuidado y utilizando siempre guantes de carnaza.

b) Liberación de Reptiles

Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar, exceptuando las serpientes, las cuales se sugiere que sean manipuladas siempre por un experto. En general, las

lagartijas son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día, nunca en la noche. En su relocalización sólo se deberá desatar el nudo del costal, colocarlo al nivel del suelo y moverlo un poco para que el animal salga solo.

VI.2 Criterios técnicos aplicados para seleccionar las áreas destinadas para liberación y reubicación de especies de fauna.

La elección adecuada del área de reubicación (hábitat receptor) es fundamental para el éxito de la medida de rescate, ya que las características del sitio específico de liberación determinarán la capacidad de los individuos de asentarse. El ambiente seleccionado para la liberación debe ser similar al ambiente de origen de los individuos capturados, ya que se ha reportado que los individuos relocalizados pueden sufrir desnutrición, deshidratación e inmunodepresión y sobreviven mejor cuando están en un ambiente con recursos (refugio, alimento) con los que están familiarizados (Massei et al., 2010).

La zona de reubicación debe ser localizada antes de realizar las capturas para que los organismos permanezcan el menor tiempo posible en cautiverio. Se recomienda también elegir la hora de mayor actividad para la liberación.

Se debe realizar la caracterización de los sitios en los que se encuentran las especies por reubicar y también la de los sitios potenciales para la liberación de fauna. Considerando lo siguiente (Bustamante, et al., 2010) al escoger el sitio de reubicación:

1. **La vegetación** es un factor determinante en la sobrevivencia de la fauna que se vaya a ser objeto de liberación ya que proporciona refugio, protección y alimento. En general se buscan sitios que tengan el mayor grado de conservación posible y poca perturbación por asentamientos humanos, ganadería, cacería y/o contaminación. Los asentamientos humanos deben ser escasos y de ser posible estar ubicados cuando menos a 1000 metros de distancia de donde se pretenda liberar algún ejemplar de cualquier especie faunística.

2. **Similitudes ecológicas** respecto a los sitios de donde proviene el ejemplar rescatado. Los sitios de reubicación deben de contar con características ambientales similares comparado con el sitio de procedencia del individuo (preferentemente considerar hábitats con un grado de conservación de la vegetación mejor respecto al sitio de procedencia del rescate.

3. **Conectividad**. Los sitios de reubicación deberán contar con un continuo de vegetación en buen estado de conservación y que permita la interconexión entre hábitat o en su defecto que la superficie considerada para la liberación de fauna proveniente de acciones de rescate sea mayor a la que pretende afectar el proyecto.

4. **Vías de acceso**. Los sitios de reubicación deben ser de fácil acceso (contar con carreteras o terracerías que permitan un acceso fácil). Mientras que los tiempos de traslados para la liberación no deben ser mayor a 30 minutos o en su defecto que la distancia de traslado al sitio de reubicación no se mayor de 10 km. Lo anterior, para evitar retener a la fauna rescatada en las trampas o jaulas por mucho tiempo, de esta manera se evita el estrés y se aumentan las posibilidades de sobrevivencia para los individuos que provengan de las diferentes acciones de rescate.

5. **Aspectos jurídicos**. Se debe solicitar con anticipación los permisos correspondientes para capturar, trasladar y reubicar fauna silvestre, así como las cartas de No inconveniencia para la reubicación de fauna proveniente de las acciones del rescate en los sitios establecidos para la liberación por parte de los propietarios (ejido, ANP, propiedad privada, etc.). Así mismo se debe notificar sobre la realización de las diferentes actividades contenidas en el presente programa a la PROFEPA y/o dependencias estatales ambientales.

A continuación, se mencionan los aspectos que se deberán tomar en cuenta para la correcta elección de los sitios de reubicación:

1. Características y superficie similares a las que presenta la zona de rescate.
2. La cobertura, estructura y fisionomía de la vegetación debe ser equivalente y/o con una calidad similar a la del lugar de rescate.
3. Se tiene que considerar que los recursos disponibles sean similares a los de la zona de rescate.
4. La reubicación debe llevarse a cabo dentro de las primeras 24 horas como máximo posteriores a la captura.
5. El hábitat de liberación debe ser lo más cercano posible al sitio de captura.
6. Los sitios no deben tener peligros evidentes (construcciones, proyectos o actividades antrópicas) para los ejemplares.

Dado lo anterior se proponen 3 sitios para la posible liberación de organismos, esto considerando el tipo de Vegetación de acuerdo con INEGI. En el siguiente cuadro y figura se muestra la ubicación de los sitios propuestos.

Cuadro 42. Coordenadas sitios propuestos para Reubicación

Sitio	Coordenada X	Coordenada Y
1	577343	1923865
2	576195	1923618
3	575674	1925264

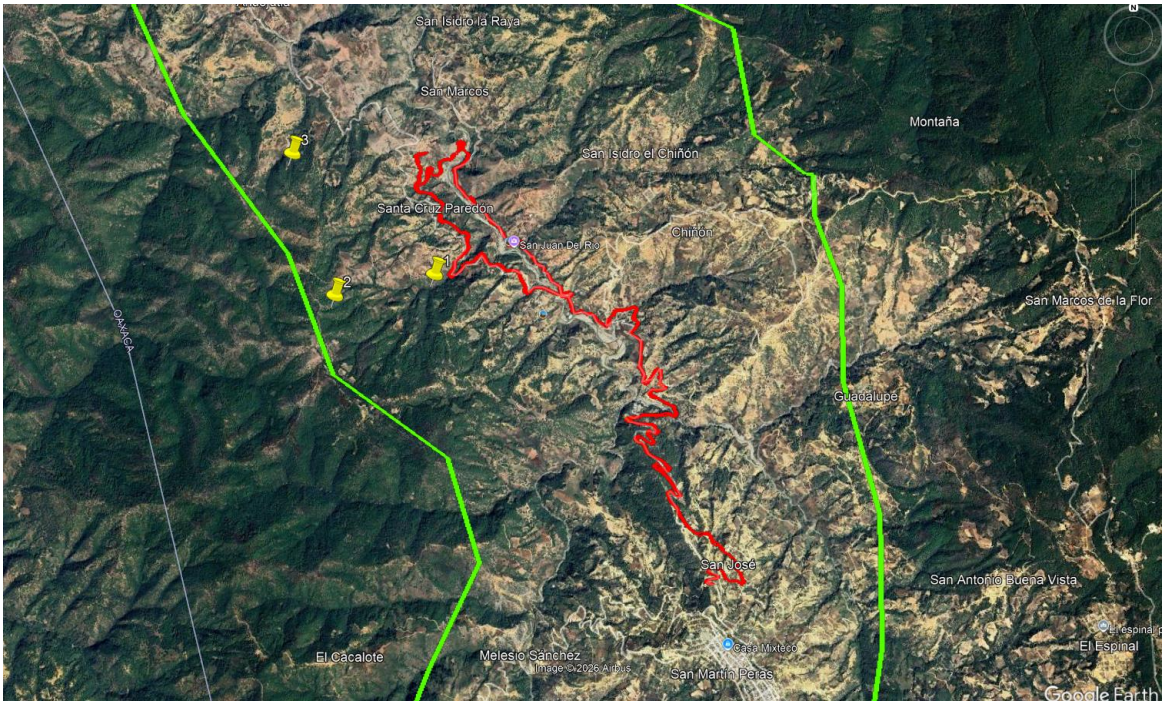


Figura 25. Sitios propuestos para reubicación

VII. Medidas emergentes para corregir sobrevivencia menor al 80% de individuos capturados para su liberación y reubicación en el SA de proyecto.

Entre las ventajas que tiene la aplicación de un rescate y reubicación está la posibilidad de asegurar la sobrevivencia de una fracción importante de la población de una especie que se verá afectada y que posea una distribución regional restringida o que sea endémica (UICN, 2013).

Como el objetivo de las medidas de mitigación es proteger y conservar las especies que se verán afectadas por un proyecto o actividad, se rescatarán todos los ejemplares que permanezcan y se encuentren en el área solicitada para el CUSTF, poniendo principal atención a las especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas acciones serán realizadas por biólogos expertos en el manejo de herpetofauna, ornitofauna y mastofauna, debido a que se debe tener un conocimiento pleno de la fauna rescatada, como son las características biológicas de cada una, su hábitat, comportamiento, reproducción, alimentación, dispersión, relaciones con sus potenciales depredadores y presas, etc.

El programa es aplicado a todas y cada una de las especies de la fauna silvestre en general, dado que cualquier ejemplar debe ser manejado y tratado con respeto, independientemente si este deba manipularse por las actividades de rescate, siendo las más susceptibles aquellas especies de lento desplazamiento (reptiles y roedores) o aquellas presentes en la norma mexicana para protección de fauna silvestre.

VII.1 Platicas de concientización ambiental

Las pláticas de concientización tienen el objetivo de transferir el conocimiento científico a los actores directos en las actividades de construcción del proyecto para sensibilizarlos respecto a la importancia que tiene preservar el entorno natural y lograr así cambios en las conductas y estilos de vida que perjudican a los ecosistemas, impulsándolos a la acción mediante la prevención y mitigación de los problemas existentes y futuros (Rodríguez y Ramos, 2008).

El tránsito y presencia constante de los trabajadores en la zona del proyecto favorecerá la incidencia de encuentros con especies de fauna silvestre, por lo que es necesario hacer del conocimiento de la planta laboral, el valor e importancia que la fauna silvestre posee.

Los temas que se tratarán en estas pláticas serán los siguientes:

- Problemas que conllevan la construcción de infraestructuras viales en la biodiversidad.
- El papel de la fauna silvestre en el ecosistema.
- Manejo y Conservación de la fauna silvestre.
- Indicar las especies que se encuentran en la zona y que podrían encontrarse durante sus jornadas de trabajo.
- El peligro que conlleva la manipulación de cualquier especie, especialmente aquellas venenosas.
- Qué hacer en caso de accidente con alguna especie venenosa.
- Prohibición y consecuencias de la captura, caza, colecta y/o comercialización de ejemplares de fauna silvestre.
- Prohibición y consecuencias de la introducción de especies exóticas de fauna.
- Prohibición de circular fuera de los caminos habilitados para no dañar áreas con vegetación que estén fuera del sitio de proyecto.

VII.2 Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante la captura, rescate y liberación.

La atención médico-veteranía gira alrededor de la implementan de un centro de atención primario (es decir, hospitales móviles creados para ser los primeros en recibir fauna silvestre afectada) o un Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre.

Es muy importante recalcar que la fauna silvestre son animales altamente estresables, por lo que la manipulación de estos individuos debe ser llevada a cabo por personas capacitadas en el manejo, sujeción y conservación de estas especies.

Se recomienda dar énfasis en el rescate de fauna silvestre de menor movilidad, como por ejemplo anfibios, reptiles y pequeños mamíferos sobre el rescate de fauna silvestre de mayor movilidad como las aves debido a que estos taxones tienen una mayor posibilidad de escapar del evento por sus propios medios. La rehabilitación de fauna silvestre lastimada se divide principalmente en cinco etapas

- La primera etapa consiste en la recepción del animal
- La segunda etapa se hará el registro de las características y daños que tenga
- La tercera etapa corresponde a él examen físico y pruebas de laboratorio de ser el caso. A partir del diagnóstico se elegirá el siguiente paso que puede ser: Rehabilitación, Liberación o bien la Eutanasia. En el caso de aplicar Eutanasia o bien el animal llegue ya sin vida, se deberá realizar la necropsia y la disposición final del organismo.

Con respecto a la rehabilitación es importante considerar que las condiciones que permitan la mejora d ellos organismos. Los organismos deben tener recintos amplios, con características lo más similares posible a su entorno natural, donde puedan comportarse según sus conductas innatas, lo menos artificial posible. Las aves deben poder volar y realizar giros durante su vuelo, mientras que los mamíferos terrestres deben poder correr, escarbar y trepar. La fauna marina debe poder nadar, sumergirse y salir a la superficie o al exterior fácilmente.

Consecuentemente a la etapa de la rehabilitación corresponde a la liberación de los individuos rehabilitados, la que puede ser de dos maneras: liberación dura o liberación blanda.

Finalmente, corresponde realizar un monitoreo post-liberación, donde se deben tratar de obtener la mayor cantidad de información posible para determinar si la rehabilitación fue exitosa o no.

El médico veterinario del centro de atención primaria será el encargado de realizar la evaluación primaria de los individuos rescatados por el Encargado de Rescate de Fauna Silvestre y su equipo, además es responsable de decidir si el animal está en condiciones

para seguir un proceso de rehabilitación, ser liberado al medio natural o si debe ser eutanasia. También se encargará de la disposición final de los cadáveres.

VIII. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones.

Los indicadores de éxito para las acciones de protección de fauna son aquellas variables que pueden ser medidas o registradas en las diferentes etapas en las que se desarrollen las acciones. Para determinar en forma objetiva el resultado del rescate se considerarán los siguientes parámetros:

- Número de especies rescatadas.
- Número de individuos rescatados por especie.
- Número de individuos que pertenecen a las especies en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el proyecto.

Se considerará efectiva la medida si el número de animales rescatados cumple cierta cantidad determinada con base en las condiciones del sitio y características de los organismos en cuestión, y su abundancia observada. El número de organismos rescatados debe ser mayor en la etapa previa a los inicios de los trabajos de desmonte que los rescatados durante la ejecución de estas actividades (desmonte y despalme).

IX. Catálogo de conceptos de trabajo

IX.1 Requerimientos de personal, materiales **y equipo.**

Con base en la superficie a ocupar por el proyecto se estima que para el rescate de fauna pudiese ser suficiente una cuadrilla de rescate integrado por cuatro personas. Esta estimación podrá ser ajustada conforme al registro de avance mensual que se tenga. Se ha planteado la siguiente estructura básica para la cuadrilla:

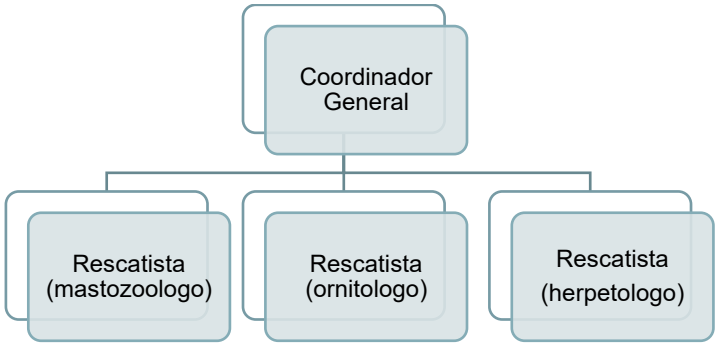


Figura 26. Jerarquización de la cuadrilla

En cuanto a los recursos materiales necesarios, se recomienda contar con el siguiente equipo:

- Bolsas de plástico
- Botas de plástico
- Guantes de látex
- Bitácora
- Cámara fotográfica
- GPS
- Hielera
- Hipoclorito de sodio al 4%, etanol al 70% o formol al 37%
- Jabón
- Ganchos herpetológicos
- Sacos de manta o yute de distintos tamaños
- Guantes de protección para manejo de fauna
- Polainas anti mordedura
- Cebo atrayente
- Trampas tipo Sherman
- Trampas tipo Tomahawk
- Guantes de carnaza
- Binoculares
- Megáfono o corneta de aire
- Cinta para acordonar – precaución

IX.2 Costos

A continuación, se presentan los costos estimados para la implementación del Programa:

Cuadro 43. Estimación de costos para el Programa

CONCEPTO Herramientas y equipo	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
Cámara trampa	25	$6,980.00	$174,500.00
Binoculares	3	$6,840.00	$20,520.00
GPS	3	$2,700.00	$8,100.00
Tarjetas de memoria (16 GB)	26	$180.00	$4,680.00
Cernidor	2	$1,200.00	$2,400.00
Lampara Frontal Minero	3	$350.00	$1,050.00
Cámara fotográfica	3	$7,000.00	$21,000.00
Radio de dos vías	4	$2,905.00	$11,620.00
Gancho herpetológico	6	$1,600.00	$9,600.00
Trampas tipo Tomahawk	10	$1,130.00	$11,300.00
Trampas tipo Sherman	10	$890.00	$8,900.00
		Subtotal	**$273,670.00**
Insumos			
Paquete de 40 pilas alcalinas AA	20	$350.00	$7,000.00
Papelería	2	$2,000.00	$4,000.00
Guantes de Nitrilo	12	$144.00	$1,728.00
Guantes de Carnaza	12	$70.00	$840.00
Guías de identificación de fauna silvestre	6	$3,000.00	$18,000.00
Sacos de tela	20	$50.00	$1,000.00
Cubetas con tapa	6	$80.00	$480.00
Bolsas plásticas	1	$50.00	$50.00
Lonas	24	$500.00	$12,000.00
		Subtotal	**$45,098.00**
Honorarios			
Coordinador ambiental	1	$144,000.00	**$144,000.00**
Brigada	2	$96,000.00	**$192,000.00**
Camioneta y gasolina	1	$564,000.00	**$564,000.00**
		Subtotal	**$900,000.00**
Total			**$1,218,768.00**

Para las actividades de rescate y reubicación de fauna se espera una inversión aproximada de **$1,218,768.00 MXN.**

X. Programa de actividades

Para realizar el cambio de uso de suelo se necesita previamente realizar las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, las cuales inician tres meses antes del inicio de obras y terminan tres meses después del cambio de uso de suelo.

A continuación, se muestra el plan general de trabajo, sin embargo, este deberá irse adaptando según las condiciones y necesidades específicas de la obra.

Cuadro 44. Esquema de trabajo de las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna presente en el área del proyecto

Actividades	Meses					
	6	12	18	24	30	36
Monitoreo de mastofauna						
Rescate de mamíferos						
Rescate de anfibios y reptiles						
Ahuyentamiento de aves y mamíferos						
Protección de nidos activos						
Pláticas de concientización ambiental						
Colocación de lonas alusivas al cuidado de la fauna silvestre						
Reubicación de organismos						

XI. Responsable de las acciones

A continuación, se describen los requisitos que debe de cumplir el personal involucrado en las actividades de rescate y reubicación:

Coordinador general del programa: deberá de ser una persona con estudios universitarios, idealmente formado en un área asociada con la actividad que se pretende supervisar, Biólogo. Entre las habilidades y destrezas con que debe de contar son imprescindibles: la organización, una buena comunicación oral y escrita, don de mando y capacidad para resolver conflictos. Deberá ser capaz de identificar a los ejemplares sujetos al rescate. Su función será: enseñar, capacitar y asesorar tanto al personal técnico como al obrero en todas las actividades, dudas y manejo del equipo, material y ejemplares que serán rescatados del área. Organizar y decidir la clase de actividades que han de realizar cada uno de los trabajadores, asesorarles y capacitarles. Ajustar tiempos de trabajo, realizar informes, evaluaciones, estimar costos y canalizar actividades en función y coordinación con la empresa. Es el encargado directo de realizar informes sobre la clase de organismos que se están rescatando, en qué condiciones, especies, abundancia, a dónde se trasladan y bajo qué circunstancias.

Brigada de rescate. Las brigadas podrían estar compuestas por un especialista y un ayudante, o la brigada compuesta por los 3 especiales (mamíferos, aves, herpetofauna). Serán los encargados: de identificar, capturar y trasladar a los individuos que serán rescatados. Esta es una de las tareas más arduas y que debe hacerse con cuidado de no dañar a los organismos, así como tampoco lesionarlos, pues de eso depende en gran medida la subsistencia de los ejemplares.

Herpetólogo. Debe contar con título universitario en biología o veterinaria con especialización de anfibios y reptiles. Manejo de ofidios de interés médico.

Mastozoólogo Debe contar con título universitario en biología o veterinaria con especialización de mamíferos silvestres. Practica de técnicas de Manejo, traslado y primeros auxilios.

Ornitólogo. Debe contar con título universitario en biología o veterinaria con especialización de aves silvestres. Practica de técnicas de Manejo, traslado y primeros auxilios.

XII. Bibliografía.

Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Hernández, F., Rojas, I., Laker, J., & Bonacic, C. (2012). Hábitos de nidificación de las aves del Bosque Templdo Andino de Chile. Fondo de Protección Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 113 pp.

Angulo, A., Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región Tropical Andina. *Conservación Internacional-Colombia, Series Manuales de Campo No. 2 Panamericana Formas e Impresiones S.A.*, Bogotá D.C. 298 pp.

Arroyave, M. p., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Munera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., . . . Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA, 1794-1237*(5), 45-47.

Baigún, R. J., Bolkovic, M. L., Aued, M. B., Li Puma, M. C., & Scandalo, R. P. (2008). Manejo de fauna silvestre en la Argentina. Primer censo nacional de camélidos silvestres al norte del Río Colorado. 1a ed. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. 104 pp.

Bennette, D. (1999). Expedition fields techniques. Reptiles and amphibians. Royal Geographic Society. UK. 93 pp.

Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vagas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R., & Calderón_Parra, R. (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO. México, D.F.

Bustamante, R. O., Oporto, A., Moraga, S., De la Barrera, F., Sepúlveda , G., & Moreira, D. (2010). Informe sobre mitigación de impacto ambiental en fauna silvestre. Rescate y relocalización. Facultad de Ciencias de U. De chile – SAG Servicio Agrícola y Ganadero, Gobierno de Chile.

Canal-Díaz, N. (2006). Técnica de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revista Seden. Capítulo 9*, Sociedad Española de Enfermería Nefrológica. España. 121-122 pp.

Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G., & Ramírez-Bautista, A. (1991). Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Instituto de Biología. UNAM. Cuadernos No. 10. México.

Crump, M. L., & Scott, N. Y. (1994). Visual encounter surveys en Heyer W., Donnelley, M. A., McDiarmid, R. A., Hayek, L. C. and Foster, M. C. (eds.) Measuring and monitorind biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution. USA.

DAMA. (s.f.). Componente biofísico. Fauna-anfibios y reptiles. Departamento Técnico Administrativo del medio Ambiente. Corporación Suna Hisca. *I*, 337-370.

Diaz-Pulido, A., & Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo:una herramienta de investigación para la conservasión de la biodiversidad en Colombia. *Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt y Panthera Colombia*, 32.

Emmons, L. (1990). Neotropical rainforest mammals. A field guide. *The University of Chicago press*, Chicago, U.S.A. 281 pp.

Espejel-Rodríguez, A., & Castillo-Ramos, M. I. (2008). Educación Ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación, 2*(46), 1681-5653.

FAO. (2007). Wild birds and avian influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques. Edited by D. Whitworth, S. H. Newman, T. Mundkur and P. Harris. FAO Animal Production and Health Manual, No. 5. Rome.

Fisher, J., & Lindenmayer, D. B. (2000). An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation*(96), 1-11.

Galán-Regalado, P. (2015). Los anfibios y reptiles extinguidos. Herpetofauna desaparecida desde el año 1500. Universidad de Coruña. Servizo de Publicacións. 512 pp.

Galindo-Uribe, D., & Hoyos-Hoyos, J. M. (2007). Relaciones planta-herpetofauna: Nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. *Universitas Scientiatum*, 12: 9-34.

Gallina, S., & López-González, C. (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. *Volumen 1*, Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.

Gascon, C., Collins, J. P., Moore , R. D., Church, D. R., Mckay, J. E., & Mendelson, J. R. (2007). Amphibian conservation action plan. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland., Switzerland and Cambridge, UK. 64.

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2013). Common international classification of ecosystem services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. European Environment Agency Framework Contract No EEZ/IEA7097003. 34 pp.

Heyer, R. W., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A., & Foster, M. (1994). Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington, E.U.A.

Houlahan, J. E., Findlay , C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H., & Kuzmin, S. L. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.

Hutto, R. L. (1998). Using landbirds as an indicator species group. En: J. M. Marzluff y R. Sallabanks, eds. *Avian conservation: Research and management*, Island Press. Covelo, California. 75-92.

Jones , C., McShea, W. J., Conroy, M. J., & Kunz, T. H. (1996). Capturing mammals. pp. 115-155. In: Wilson et al. (Eds.) Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods of mammals Smithsonian Institution press. London, U.K.

Laurance, W. F., Clements, G. R., Sloan, S., O'Conell, C. S., Mueller , N. D., Goosem, M., & Venter, O. (2014). A global strategy for road building. *Nature*(513), 229-234.

León-Cortés, J. L., Naranjo, E. J., Ramírez-Marcial, N., Rangel salazar, J. L., Horvath, A., & Muñoz Alonso, A. (2010). Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica. *ECOSUR, BiiA*, 119 pp.

Lips, K. R., Reaser, J. K., Young , B. E., & Ibáñez, R. (2001). Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de protocolos. Society for study of amphibians and reptiles. *Herpetological Circulars*, 30: 114 pp.

Maffei, L., Cuellar, E., & Noss, J. (2002). Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el eco tono Chaco-Chaquitanía. Quito, Ecuador. *Revista Biológica. Ecol*, 11: 55-65.

Massei , G., Quy, R. J., Gurney , J., & Cowan , D. P. (2010). Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? . *Wildlife Research*, 37: 428-439.

MEA. (2005). Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute. Washington, D.C .

MIMAM. (2010). Guía de evaluación de flora y fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. 64 pp.

MINAM. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. *Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Rev. Ecol. Lat. Lima, Perú*, 83 pp.

Moraes-Tomas, W., & Miranda, G. B. (2003). Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. Cullen, L. Jr., Rudran, R. & Valladares-Padua, C. In: Meétodos de Estudos em Biologia da Conservac¸ ao & Manejo da Vida Silvestre. Curitiba, Paraná, Brazil: Universidade Federal do Paraná. 243–267.

Netting, J. (2000). Pesticides implicated in declining frog numbers . *Nature*, 408 (6814): 760.

Olson, K. A., Fuller, T. K., Schaller, G. B., Odonkhuu, D., & Murray, M. G. (2005). Estimating the population density of Mongolian gazelles Procapra gutturosa by driving long-distance transects. *Oryx*, 39: 164-169.

Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., & Townsend, W. (1999). Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible: BOLFOR. Santa Cruz. Bolivia.

Pearman, P. B., Valasco, A. M., & López, A. (1995). Tropical amphibian monitoring: a comparison of methods for detecting inter-site variation in species composition. *Herpetológica*, 51: 325-337.

Perovic, P., Trucco, C., Tálamo, A., Quiroga, V., Ramallo , D., Lacci, A., . . . Mohr, F. (2008). Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. *Programa de Monitoreo de Biodiversidad - Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zonas de Amortiguamiento.* , APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina.

Puc Sánchez, J. I., Delgado Trejo, C., Mendoza Ramírez, E., & Sauzo Ortuño , I. (2013). Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México. *CONABIO. Biodiversitas* (111), 12-16.

Rabinowitz, A. (1997). Wildlife field research and conservation training manual. . Wildlife Conservation Society, New York USA. 281 pp.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martín, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. (Rep. PSW-GTR-159). California, USA. Department of Agriculture And Pacific Southwest Research Station, Forest Service.

SAG. (2016). Guía de evaluación ambiental componente fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Portección de los Recursos Naturales Renovables. D-Pr-Ga-01. 28 pp.

Sánchez, O. (s.f.). Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*, 83-120.

Sekercioglu, C. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8): 464-471.

Shine, R., & Koenig, J. (2001). Snakes in the garden: an analysis of reptiles ‘‘rescued’’ by community -based.

Taylor, R. (2003). ¿Cómo medir la diversidad de aves presentes en los sistemas agroforestales? *Agroforestería en las Américas*, Vol. 10. 39-40.

Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Madrid: Raíces. 32 pp.

Trolle, M., & Kéry, M. (2005). Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia*, 69:3-4.

UICN. (2013). Guías para reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo Especialista en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland y Cambridge, 20 pp. wildlife carers. Biological Conservation. 102:271-283.

Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, A. M., & Ruiz-Agudelo, C. A. (2013). Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services y Management*, 9: 257-272.

Wenny, D. G., De Vaut, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C. H., Tomback, D. F., & Whelan, C. J. (2011). The need to quality ecosystem services provided by birds. *Journal of Ornithology*, 128(1): 1-14.

Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134: 25-60.

Whiles , M. R., Hall, R. O., Dodds, W. K., Verburg, P., Huryn, A. D., Pringle, C. M., . . . cONNELLY, s. s. (2013). Disease - Driven amphibian declines alter ecosystem processes in a tropical stream. *Ecosystems*, 16(1): 146-157.

Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO. 2022. Resumen de La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. CONABIO, México.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

PROGRAMA PARA UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE PASOS DE FAUNA

E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. INTRODUCCION 1
I.1 Objetivos 2
I.1.1 Específicos 2
II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y del SAR del proyecto 2
II.1 Ubicación del proyecto 2
III. Estudio prospectivo de Fauna 8
III.1 Fauna potencial en el Sistema Ambiental Regional (SAR) 8
III.2 Vertebrados confirmados que se distribuyen en la zona de acuerdo con el estudio prospectivo de fauna 22
III.2.1 Identificación de corredores biológicos 28
IV. Ubicación de las obras de drenaje y/ pasos de Fauna 29
IV.1 Ubicación de obras de drenaje existentes 29
IV.2 Identificación de zonas de interés para la conectividad 32
IV.3 Ubicación de los pasos de fauna requeridos por el proyecto 35
V. Diseño de obras de drenaje como pasos de fauna 35
V.1 Ubicación de pasos de fauna 36
V.2 Diseño estructural de los pasos de fauna 37
V.2.1 Características del drenaje adaptado para animales terrestres 39
VI. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones 45
VI.1 Monitoreo de pasos de fauna 46
VI.2 Monitoreo con cámaras trampa 46
VI.3 Registro de huellas mediante registro de trampas huellas 46
VI.4 Índice de atropello 48
VI.5 Valuación de la migración 49
VI.6 Medidas para disminuir la mortalidad 50
VI.7 Señalización de advertencia 51
VII. Catálogo de conceptos 53
VII.1 Requerimiento de personal, materiales y equipo 53
VII.2 Memoria de cálculo 53
IV. Programa de actividades a realizar 54
V. Responsable de las acciones 55
VI. Bibliografía 56

CUADROS

Cuadro 1. Caminos que confirman el proyecto 4
Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje troncal del proyecto 4
Cuadro 3. Coordenadas cada 250 m del ramal del proyecto..... 5
Cuadro 4. Dimensiones del proyecto 6
Cuadro 5. Propiedades de la RE delimitada 7
Cuadro 6. Mamíferos presentes en el Estado de Oaxaca, México. 9
Cuadro 7.Especies de Herpetofauna presente en el estado de Oaxaca. 10
Cuadro 8. Especies de ornitofauna presente en el estado de Oaxaca 14
Cuadro 9. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre..... 23
Cuadro 10. Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE. 25
Cuadro 11. Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010 27
Cuadro 12. Obras de drenaje que comprende el proyecto 29
Cuadro 13.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto 32
Cuadro 14. Densidades recomendadas de pasos de fauna 36
Cuadro 15. Localización de pasos de fauna propuestos 36
Cuadro 16.Recomendaciones de Pasos de Fauna 37
Cuadro 17. Técnicas de marcaje 49
Cuadro 18. Costos estimados por las actividades del programa 53
Cuadro 19. Diagrama de Gantt con las actividades del programa..... 54

FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto 3
Figura 2. Microlocalización del proyecto 3
Figura 3. Sección tipo 7
Figura 4. Región ecológica delimitada 7
Figura 5. Transectos realizados para el registro de fauna en AP 24
Figura 6. Transectos realizados para el registro de fauna en AI 24
Figura 7. Transectos realizados para el registro de fauna en RE 25
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a RTP. 29
Figura 9.- Localización de las obras de drenaje 31
Figura 10.- Polígonos forestales 1 33
Figura 11.- Polígonos forestales 2 34
Figura 12.- Polígonos forestales 3 34
Figura 13.- Polígonos forestales 4 35
Figura 14. 1) implementación de repisas. 2) Banquetas en una obra de drenaje para función mixta 42
Figura 15. Planta tipo, corte A-A´y elevación de obra de drenaje adaptada 44
Figura 16. Detalle de obra de drenaje adaptada para función mixta mediante losa 45

I. INTRODUCCION

La infraestructura carretera se ha convertido en parte del paisaje, de nuestro entorno cultural y social (Robinson, 1971; Lay, 1992). Las carreteras forman una red de arterias que mantienen el pulso de las sociedades, siendo vitales para el desarrollo de las economías, permitiendo el movimiento seguro y eficiente de mercancías y personas alrededor del mundo (Button y Hensher, 2001). Sin embargo, a medida que las redes carreteras crecen y se extienden a través del hábitat, las áreas naturales se vuelven cada vez más fragmentadas y empobrecidas biológicamente (Forman et al., 2003). Los caminos y el transito asociados a éstos representan un obstáculo para mantener la conectividad ecológica y afectan negativamente las poblaciones de fauna silvestre en cuatro maneras: 1) disminuyen la cantidad, calidad y disponibilidad de hábitat; 2) incrementan la mortalidad debido a accidentes con vehículos; 3) limitan los movimientos y acceso a recursos dentro y fuera del ámbito hogareño de los animales y 4) fragmentan el hábitat y las poblaciones silvestres en subpoblaciones más pequeñas y vulnerables (Mills y Conrey, 2003; Jaeger et al. 2005; Riley et al. 2006; Strasburg, 2006). Además de la modificación y alteración del ambiente físico y químico en el entorno inmediato y de favorecer el proceso de dispersión de especies autóctonas y exóticas (Arroyave et al., 2006; Benítez-López et al., 2010; Arévalo y Newhard 2011)

El incremento en la tasa de mortalidad de la fauna silvestre, debido a los accidentes carreteros generan impactos significativos en la dinámica poblacional de las especies, pudiendo comprometer su supervivencia y la viabilidad de la población, además de las afectaciones a su estructura social (Fuller 1989, Ferreras et al. 1992). Se ha demostrado que las carreteras constituyen barreras para la fauna silvestre, para algunas especies el ruido y los movimientos de los vehículos pueden restringir su desplazamiento y el acceso a recursos, como el alimento, pareja y a los lugares para reproducirse (Ortega y Capen 1999, Forman et al. 2003, Beckmann et al. 2010), además de aumentar la subdivisión poblacional restringiendo el flujo de individuos y de material genético entre subpoblaciones (Swihart y Slade,1984; Noss et al.,1996; Gerlach y Musolf, 2000).

Ante los innegables impactos negativos que las carreteras tienen sobre la fauna silvestre y el entorno en el que se edifican, resulta imperativo evitar, mitigar o compensar el daño. Una de las alternativas ampliamente estudiada e implementada como medida de mitigación del impacto de las carreteras sobre la fauna silvestre son los llamados pasos de fauna (Benítez-López et al.,2010; Clevenger y Ford 2010; Van der Ree et al., 2015). Los cuales resultan ser más efectivos si se realiza una adecuada planeación de los lugares donde serán construidos y ubicándolos en aquellos sitios de alta incidencia de accidentes viales con fauna silvestre (Rytwinski et al., 2015).

La presente PROPUESTA PARA LA UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE PASOS DE FAUNA es parte de las medidas de mitigación derivadas de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto del Camino **E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca** las cuales tienen como objetivo contribuir a disminuir el impacto que la ejecución del proyecto

ocasione en el ecosistema, logrando así que el sistema de transportación sea sostenible y proporcione los procesos naturales, así como la movilidad humana de manera eficiente.

I.1 Objetivos

Establecer las medidas ambientales y de infraestructura que contribuyan a disminuir y mitigar el impacto vial sobre la fauna silvestre presente en la zona del proyecto.

I.1.1 Específicos

- Identificar los cruces de vida silvestre sobre el tramo carretero a modernizar para el establecimiento de pasos de fauna.
- Establecer las dimensiones adecuadas que deben tener los pasos de fauna, así como las medidas de mitigación que no requieran de la construcción de infraestructura.
- Instaurar los métodos de monitoreo de la eficacia y eficiencia de los pasos de fauna propuestos.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajo y de la Región Ecológica del proyecto

II.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en el municipio de San Martín Peras, una de las 570 demarcaciones del estado de Oaxaca y parte del distrito de Juxtlahuaca. Su territorio limita al norte con Silacayoápam y San Francisco Tlapancingo; al este con San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; y al oeste con el municipio de Alcozauca, en el estado de Guerrero.

Administrativamente, el municipio —cuya cabecera es la localidad homónima— se integra por agencias municipales, de policía, colonias, rancherías y núcleos rurales. De acuerdo con el censo de 2020, San Martín Peras cuenta con 59 localidades, entre las cuales destacan Ahuejutla, La Escopeta y San Miguel Peras por su categoría de Agencias Municipales.

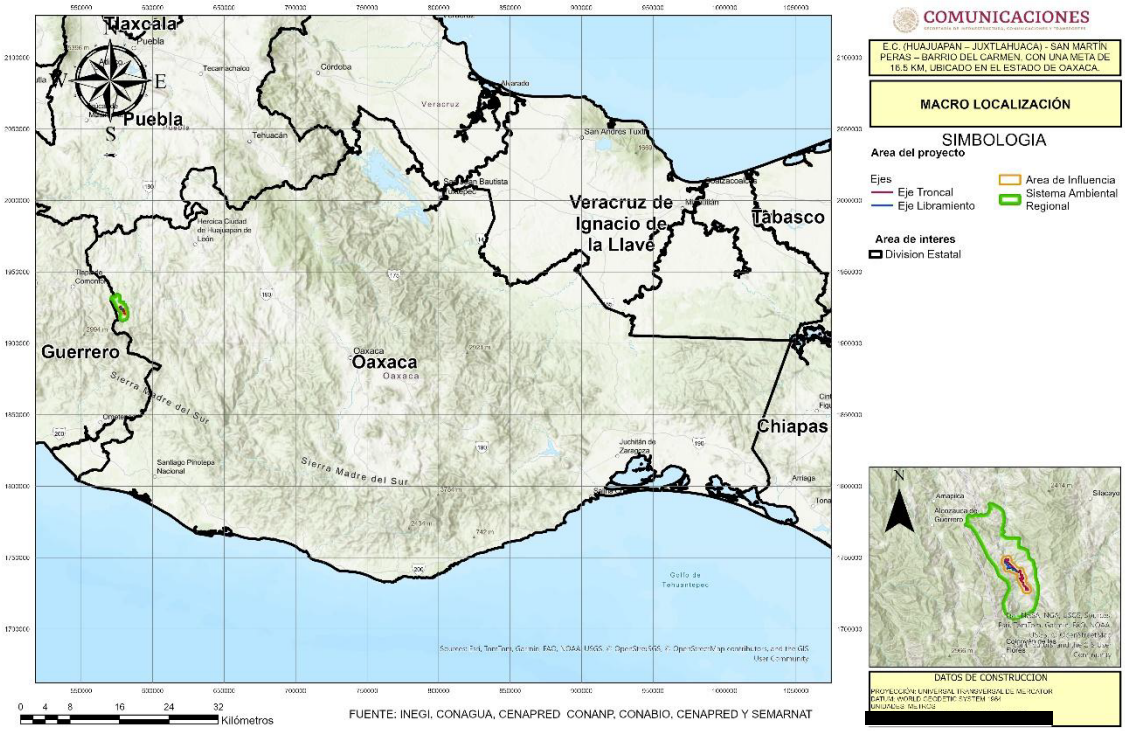


Figura 1. Macrolocalización del proyecto

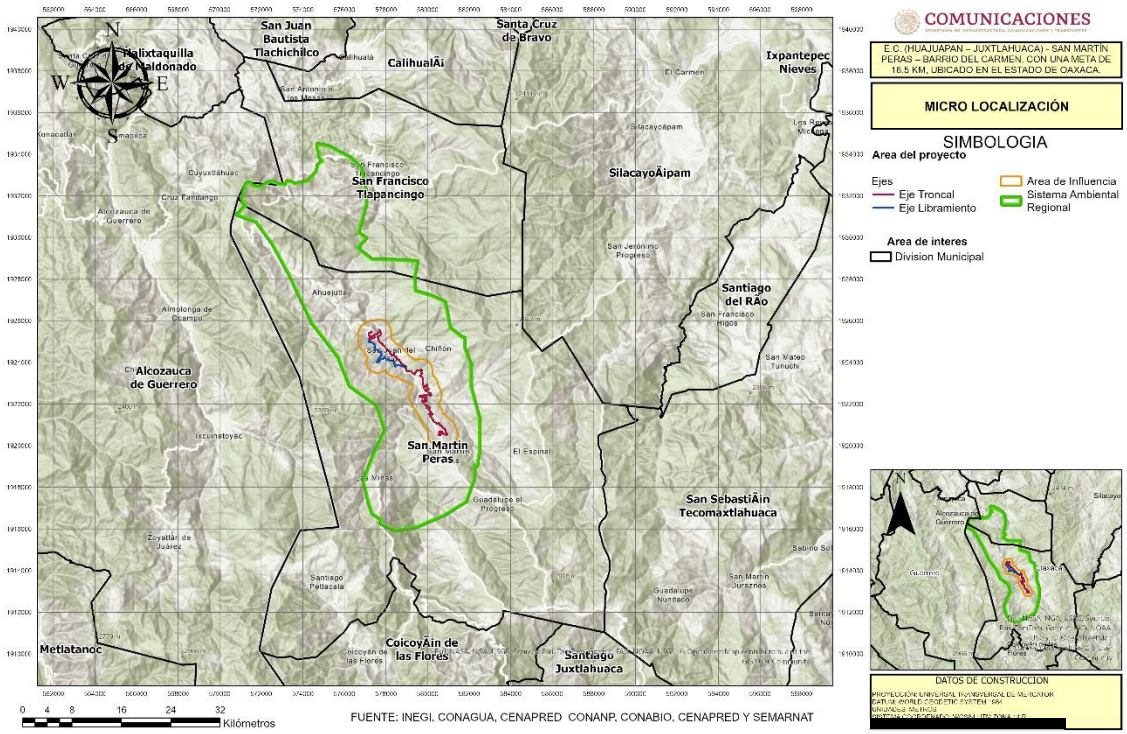


Figura 2. Microlocalización del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que comunica a las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón con la troncal. Es fundamental destacar que la modernización de este camino parte de la cabecera municipal de San Martín Peras y comprende una longitud total de 16.379 km de intervención, abarcando ambas rutas dentro del municipio ubicado en el estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte del Programa Nacional General Lázaro Cárdenas del Río, impulsado por el Gobierno Federal, el cual consiste en trabajar integralmente en la región del Balsas, contemplando a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla, Morelos y el Estado de México. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km, como se muestra a continuación:

Cuadro 1. Caminos que conforman el proyecto

Eje	Estación de inicio	Estación de fin	Longitud
Troncal	36+400	49+340	12.940 km
Ramal	100+000	103+349	3.439 km
Total			**16.379 km**

Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje troncal del proyecto

Estación	X	Y
36+400	580612.926	1920508.56
36+650	580651.101	1920578.25
36+900	580620.652	1920694.29
37+150	580800.546	1920553.28
37+400	580921.802	1920610.67
37+650	580815.936	1920811.95
37+900	580633.111	1920956.22
38+150	580454.741	1921062.14
38+400	580272.831	1921222.51
38+650	580132.89	1921424.39
38+900	580181.944	1921502.75
39+150	580124.534	1921660.71
39+400	579937.937	1921823.15
39+650	580090.674	1921822.92
39+900	579890.453	1921963.02
40+150	579724.513	1922130.75

Estación	X	Y
40+400	579913.309	1922092.55
40+650	579932.238	1922207.01
40+900	579817.83	1922316.66
41+150	579630.462	1922390.05
41+400	579875.048	1922418.6
41+650	580121.419	1922428.33
41+900	580081.451	1922543.06
42+150	579874.566	1922667.4
42+400	580036.048	1922753.93
42+650	579955.115	1922936.84
42+900	579799.205	1922806.63
43+150	579773.583	1923040.89
43+400	579756.367	1923279.75
43+650	579736.144	1923447.6
43+900	579711.759	1923651.99
44+150	579477.783	1923597.27

Estación	X	Y
44+400	579347.445	1923447.76
44+650	579156.058	1923574.34
44+900	578974.835	1923667.01
45+150	578879.179	1923804.51
45+400	578725.055	1923981.51
45+650	578569.203	1924150.02
45+900	578400.435	1924326.99
46+150	578250.42	1924352.88
46+400	578130.076	1924566.72
46+650	577957.843	1924743.9
46+900	577797.21	1924905.97

Estación	X	Y
47+150	577629.281	1925069.26
47+400	577669.386	1925275.64
47+650	577717.107	1925462.92
47+900	577658.359	1925460.97
48+150	577468.846	1925347.84
48+400	577374.263	1925171.39
48+650	577291.433	1925155.74
48+900	577199.059	1925102.44
49+150	577178.027	1925338.73
49+340	577276.614	1925444.28

Cuadro 3. Coordenadas cada 250 m del ramal del proyecto

Estación	X	Y
100+000	578956.617	1923720.79
100+250	578742.155	1923831.21
100+500	578509.971	1923841.63
100+750	578394.785	1923960.4
101+000	578212.759	1924070.04
101+250	577994.604	1924162.49
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona graves dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, aunque el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35

metros, esta superficie de terracería no presenta la pendiente ni el tipo de curvas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro. Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, la pavimentación de toda la longitud del camino y se ajustará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

El objetivo principal de esta modernización es la optimización de tiempo, mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de pasajeros y productos, principalmente agrícolas, ganaderos y petroquímicos, metas que con las características geométricas actuales son difíciles de cumplir. El proyecto permitirá, mediante la pavimentación desde la carretera Huajuapan – Juxtlahuaca, unir a San Martín Peras con Alcozauca, Guerrero. Esto facilitará la movilidad interestatal y, particularmente en esta región, pretende detonar el desarrollo de las comunidades ubicadas en la Mixteca oaxaqueña y en la Montaña guerrerense, buscando opciones que solucionen de manera óptima las necesidades de todos los usuarios

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto

Cuadro 4. Dimensiones del proyecto

Camino San Martin Peras		
Especificaciones Geométricas	**Actual**	**Proyecto**
Camino tipo	E	D
Longitud total de camino (m)	16,500	16,500
Ancho de derecho de vía (m)	40	
Ancho línea de ceros (m)	11.6397	26.0006
Ancho de corona (m)	6.4665	7
Ancho de calzada (m)	6.4665	7
Número de carriles	1	2
Ancho de carriles (m)	6.47	3.5
Número y ancho de acotamiento (m)	No incluye	
Superficie del derecho de vía (m2)	71.9987	
superficie línea de ceros (m2)	6.4665	26.0006
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	6.4665	26.0006

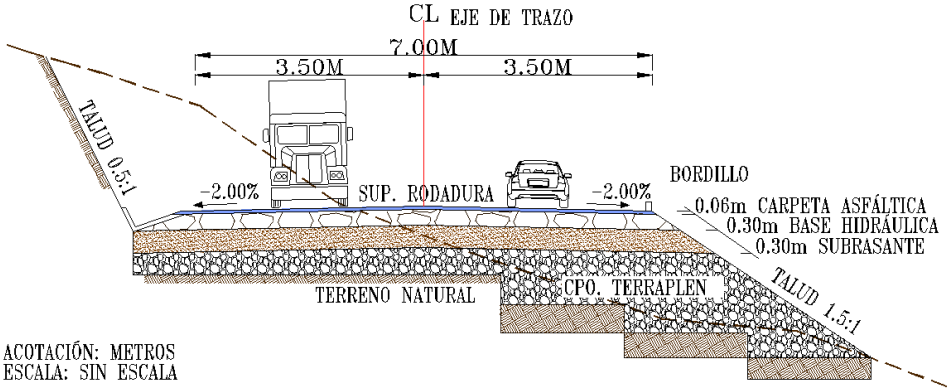


Figura 3. Sección tipo

La Región Ecológica se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como Región Ecológica cuenta con las siguientes características.

Cuadro 5. Propiedades de la RE delimitada

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
9,285.9616 hectáreas	53.0737 kilómetros	UTM Zona 14 N	WGS 1984	184

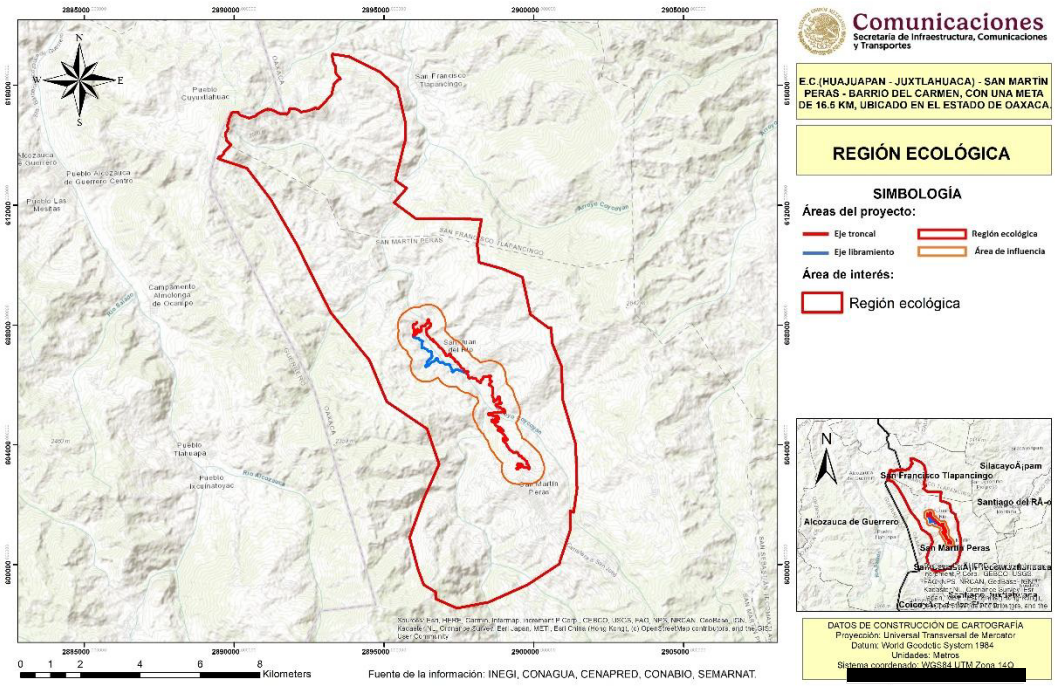


Figura 4. Región ecológica delimitada

III. Estudio prospectivo de Fauna

III.1 Fauna potencial en la Región Ecológica

En Oaxaca se reportan 10 208 especies, agrupadas en 391 órdenes, 1259 familias y 4 779 géneros (cuadro 4). Del total de especies en el estado, 5.7% (581 especies) se encuentran enalguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana 059, destacan las aves (203), los reptiles (147) y los mamíferos como grupos biológicos con un importante número de especies enlistadas en esta norma. Los grupos mejor representados conforme al total nacional son las aves (68.2%), las libélulas (49.4%) y los mamíferos (43.6). Es de resaltar que de las 20 especies de cícadas distribuidas en territorio oaxaqueño, 11 presentan algún grado de endemismo y 19 se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana 059, además todas las especies se incluyen además en algún Apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Fl ora Silvestres (cites), por lo que su comercio internacional está restringido (Apéndice i) o controlado (Apéndice ii). Otros grupos para resaltar son las arañas con 289 especies, de las cuales 141 son endémicas a México y 73 a Oaxaca. Las lagartijas, para las que se registran 323 especies, cifra que destaca a Oaxaca como la entidad del país con mayor riqueza para este grupo.

Debido a las características del proyecto y a la ubicación del mismo, mediante trabajo de investigación en gabinete se realizó un listado de la distribución potencial de fauna silvestre que pudiera llegar a presentarse dentro o en las inmediaciones del área del proyecto con la intención de contemplar especies que no pudieran ser registradas de manera directa e indirecta durante las prospecciones realizadas en campo, debido a la estacionalidad (al realizar los muestreos solo durante un periodo del año, pueden omitirse especies con actividad estacional, como es el caso de algunas especies de anfibios que solo se encuentran activas durante la temporada de lluvias), la duración del muestreo (si se realizan en periodos cortos las especies evasivas, raras o con poblaciones con bajas densidades tienen pocas probabilidades de ser registradas), la migración (las especies migratorias probablemente se puedan encontrar en el sitio solo en alguna época del año) o por los requerimientos ecológicos, su capacidad de movimiento o el nivel trófico de las especies. Este listado se elaboró considerando la distribución, ecología y hábitos de cada especie, también se consideró el grado de conservación del hábitat del área del proyecto, ya que algunos organismos debido al grado de perturbación son más susceptibles a sufrir los efectos negativos de la pérdida de hábitat y tienden a retirarse a lugares más conservados, o, por el contrario, organismos generalistas son atraídos a lugares perturbados por la actividad humana. Estos listados son importantes ya que aun en muestreos largos resulta difícil registrar a la totalidad de especies presentes en un área, lo cual puede atribuirse a los factores antes mencionados. Finalmente hay que destacar que el listado fue realizado con base a fuentes bibliográficas confiables, mapas de distribución, y trabajos realizados sobre fauna silvestre en el estado de Oaxaca:

Cuadro 6. Mamíferos presentes en el Estado de Oaxaca, México.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Phyllostomidae	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero	
Phyllostomidae	Artibeus lituratus	Murciélago frugívoro gigante	
Procyonidae	Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	
Canidae	Canis latrans	Coyote	
Phyllostomidae	Centurio senex	Murciélago cara arrugada	
Phyllostomidae	Choeronycteris mexicana	Murciélago trompudo	**A**
Erethizontidae	Coendou mexicanus	Puercoespín tropical	**A**
Mephitidae	Conepatus leuconotus	Zorrillo de espalda blanca norteño	
Vespertilionidae	Corynorhinus townsendii	Murciélago orejon de Townsend	
Dasypodidae	Dasypus mexicanus	Armadillo Mexicano	
Phyllostomidae	Dermanura azteca	murciélago frugivoro azteca	
Phyllostomidae	Dermanura tolteca	murciélago frugivoro tolteca	
Phyllostomidae	Desmodus rotundus	Murciélago vampiro	
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	
Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache norteño	
Vespertilionidae	Eptesicus fuscus	murciélago moreno norteamericano	
Sciuridae	Glaucomys volans	Ardilla voladora sureña	**A**
Felidae	Herpailurus yagouaroundi	Yaguarundi	**A**
Heteromyidae	Heteromys irroratus	Raton espinoso mexicano	
Vespertilionidae	Lasiurus cinereus	Murciélago canoso de cola peluda	
Vespertilionidae	Lasiurus frantzii	Murciélago rojo	
Felidae	Leopardus wiedii	Tigrillo	**P**
Phyllostomidae	Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago magueyero menor	**Pr**
Leporidae	Lepus callotis	Liebre torda	
Mustelidae	Lontra annectens	Nutria de rio	**A**
Felidae	Lynx rufus	Lince Americano	
Phyllostomidae	Macrotus waterhousii	Murciélago orejón mexicano	
Mephitidae	Mephitis macroura	Zorrillo listado sureño	
Mormoopidae	Mormoops megalophylla	Murciélago Barba arrugada	
Vespertilionidae	Myotis californicus	Murciélago ratÃ³n de California	
Vespertilionidae	Myotis velifer	Miotis mexicano	
Procyonidae	Nasua narica	Coati	
Mustelidae	Neogale frenata	Comadreja cola larga	
Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	
Leporidae	Oryctolagus cuniculus	Conejo europeo	
Sciuridae	Otospermophilus variegatus	ArdillÃ³n de Rocas	
Felidae	Panthera onca	Jaguar	**P**
Vespertilionidae	Parastrellus hesperus	Murciélago de CaÃ±Ã³n	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Tayassuidae	Pecari tajacu	Pecarí de collar	
Cricetidae	Peromyscus beatae	Ratón de Orizaba	
Cricetidae	Peromyscus leucurus	Ratón de Tehuantepec	
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	
Mormoopidae	Pteronotus mesoamericanus	Murciélago bigotudo mesoamericano	
Felidae	Puma concolor	Puma	
Muridae	Rattus norvegicus	Rata gris asiática	
Cricetidae	Reithrodontomys	Ratones cosecheros	
Vespertilionidae	Rhogeessa parvula	Murciélago amarillo menor	
Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	
Cricetidae	Sigmodon leucotis	Rata algodonera orejas blancas	
Mephitidae	Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado sureño	
Leporidae	Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	
Molossidae	Tadarida brasiliensis	Murciélago mexicano cola suelta	
Didelphidae	Tlacuatzin balsasensis	Tlacuachín	
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	

Cuadro 7.Especies de Herpetofauna presente en el estado de Oaxaca.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Hylidae	Dryophytes eximius	Rana arborícola de montaña	Pr
Hylidae	Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	Pr
Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus pipilans	rana chirriadora pípilo	Pr
Hylidae	Exerodonta sumichrasti	Rana de Árbol	
Hylidae	Sarcohyla pentheter	Rana de Árbol de luto	P
Hylidae	Tlalocohyla smithii	Rana de árbol mexicana enana	Pr
Hylidae	Charadrahyla altipotens	Rana de árbol vientre amarilla	Pr
Ranidae	Lithobates sierramadrensis	Rana de la Sierra Madre Occidental	Pr
Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus nitidus	Rana fisgona deslumbrante	Pr
Craugastoridae	Craugastor uno	Rana ladradora	Pr
Craugastoridae	Craugastor augusti	Rana ladradora amarilla	
Craugastoridae	Craugastor mexicanus	Rana ladradora mexicana	
Craugastoridae	Craugastor pygmaeus	Rana ladradora pigmea	
Ranidae	Lithobates zweifeli	Rana leopardo	
Ranidae	Lithobates forreri	Rana leopardo de Forrer	Pr
Ranidae	Lithobates spectabilis	Rana manchada	
Hylidae	Dryophytes euphorbiaceus	Rana-de árbol de Los Altos-del Sur	A
Hylidae	Sarcohyla bistincta	Rana-de árbol de pliegue-mexicana	Pr
Hylidae	Ptychohyla leonhardschultzei	Ranita de arroyo	Pr

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Hylidae	Sarcohyla ameibothalame	Ranita de la Mixteca Alta	
Hylidae	Exerodonta smaragdina	Ranita de pastizal	Pr
Hylidae	Exerodonta xera	Ranita de Puebla	P
Leptodactylidae	Leptodactylus melanonotus	Ranita hojarasca	
Hylidae	Sarcohyla arborescandens	Ranita menor de bromelia	Pr
Phyllomedusidae	Agalychnis dacnicolor	Ranita verduzca	
Plethodontidae	Isthmura maxima	Salamandra Gigante de Putla	
Plethodontidae	Pseudoeurycea mixteca	Salamandra mixteca	
Bufonidae	Incilius perplexus	Sapo confuso	
Bufonidae	Incilius occidentalis	Sapo de los pinos	
Bufonidae	Rhinella horribilis	Sapo gigante	
Scaphiopodidae	Spea multiplicata	Sapo montícola de espuela	P
Bufonidae	Incilius cycladen	sapo norteño	
Plethodontidae	Pseudoeurycea conanti	Tlaconete patas cortas de la Sierra Madre del Sur	A
Plethodontidae	Isthmura bellii	Tlaconete pinto	A
Anolidae	Anolis carlliebi	Abaniquillo	
Anolidae	Anolis laeviventris	Abaniquillo blanco	
Anolidae	Anolis quercorum	Abaniquillo de encino de Oaxaca	
Anolidae	Anolis nebuloides	Abaniquillo oaxaqueño	Pr
Colubridae	Pituophis deppei	Alicante	A
Colubridae	Oxybelis microphthalmus	Bejuquilla Cafe	
Gekkonidae	Hemidactylus frenatus	Besucona asiática	
Boidae	Boa sigma	Boa mexicana del Pacífico	
Phrynosomatidae	Phrynosoma braconnieri	Camaleón de cola corta	Pr
Phrynosomatidae	Phrynosoma orbiculare	Camaleón de montaña	A
Phrynosomatidae	Phrynosoma taurus	Camaleón toro	A
Viperidae	Agkistrodon bilineatus	Cantil enjaquimado	Pr
Viperidae	Crotalus molossus	Cascabel de cola negra	Pr
Viperidae	Crotalus molossus oaxacus	Cascabel de cola negra oaxaqueña	
Viperidae	Crotalus intermedius	Cascabel enana	A
Viperidae	Crotalus brunneus	Cascabel pigmea de Oaxaca	
Viperidae	Crotalus culminatus	Cascabel tropical del Pacífico	Pr
Colubridae	Pituophis lineaticollis	cincuate sureño	
Elapidae	Micrurus laticollaris	Coralillo del Balsas	
Colubridae	Stenorrhina freminvillei	Culebra alacranera de sangre	
Colubridae	Oxybelis fulgidus	Culebra bejuquilla verde	
Colubridae	Tantilla rubra	Culebra cabeza negra	Pr
Colubridae	Manolepis putnami	Culebra cabeza surcada	
Colubridae	Rhadinaea taeniata	Culebra cafe de pino encino	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Colubridae	Tropidodipsas zweifeli	culebra caracolera de Chilpancingo	Pr
Colubridae	Salvadora deserticola	culebra chata del desierto	
Colubridae	Salvadora mexicana	Culebra chata del Pacifico	Pr
Colubridae	Salvadora bairdi	Culebra chata mexicana	Pr
Colubridae	Salvadora intermedia	Culebra chata oaxaqueña	Pr
Colubridae	Salvadora lemniscata	Culebra chata sureña	Pr
Colubridae	Masticophis mentovarius	culebra chirriadora neotropical	
Colubridae	Imantodes gemmistratus	Culebra cordelilla centroamericana	Pr
Colubridae	Drymobius margaritiferus	Culebra corredora de Petatillos	
Colubridae	Thamnophis bogerti	Culebra de agua	
Colubridae	Conopsis nasus	Culebra gris nariz de pala	
Colubridae	Pseudoficimia frontalis	culebra ilamacoa	
Colubridae	Pliocercus elapoides	Culebra imita coral común	A
Colubridae	Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	
Colubridae	Thamnophis cyrtopsis	Culebra lineada de bosque	A
Colubridae	Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	
Colubridae	Thamnophis chrysocephalus	Culebra listonada cabeza dorada	A
Colubridae	Geophis dubius	Culebra minera de la Meseta del Sur	Pr
Colubridae	Leptodeira septentrionalis polysticta	Culebra ojo de gato	Pr
Colubridae	Pseudoleptodeira latifasciata	Culebra ojo de gato falsa cabeza roja	Pr
Colubridae	Tantalophis discolor	Culebra ojo de gato falsa oaxaqueña	A
Colubridae	Storeria storerioides	Culebra parda mexicana	
Colubridae	Leptophis diplotropis	Culebra perico del Pacífico	A
Colubridae	Senticolis triaspis	Culebra ratonera	
Colubridae	Coniophanes piceivittis	Culebra rayada	
Colubridae	Rhadinaea hesperia	Culebra rayada occidental	Pr
Colubridae	Conopsis lineata	Culebra terrestre del centro	
Colubridae	Conopsis biserialis	Culebra terrestre dos líneas	A
Colubridae	Conopsis acuta	Culebra terrestre guardacaminos	
Colubridae	Conopsis megalodon	Culebra terrestre oaxaqueña	
Leptotyphlopidae	Rena maxima	culebrilla ciega gigante	
Colubridae	Tantilla bocourti	Culebrita cabeza negra de Bocourt	
Anguidae	Abronia mixteca	Dragoncito de la Sierra Mixteca	A
Colubridae	Leptodeira maculata	Escombrera del suroeste mexicano	Pr
Scincidae	Scincella assata	Eslizón centroamericano	
Scincidae	Plestiodon brevirostris	Eslizón chato	
Scincidae	Marisora aquilonaria	Eslizón occidental	
Colubridae	Lampropeltis abnorma	Falsa coralillo real centroamericana	
Colubridae	Lampropeltis polyzona	Falsa coralillo real occidental	A

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Colubridae	Trimorphodon tau	Falsa nauyaca mexicana	
Eublepharidae	Coleonyx nemoralis	Gecko Mexicano de Bandas	
Teiidae	Aspidoscelis costatus	huico llanero	Pr
Teiidae	Aspidoscelis sackii	Huico manchado	
Teiidae	Aspidoscelis sackii gigas	Huico Manchado Gigante	
Teiidae	Aspidoscelis mexicanus	huico mexicano	Pr
Teiidae	Aspidoscelis parvisocius	Huico pigmeo de Tehuacán	Pr
Teiidae	Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	
Iguanidae	Ctenosaura acanthura	iguana de cola espinosa del Golfo	Pr
Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	A
Teiidae	Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	
Anguidae	Gerrhonotus liocephalus	Lagartija caimán sureña	Pr
Phrynosomatidae	Urosaurus bicarinatus	Lagartija de árbol del Pacífico	
Phrynosomatidae	Sceloporus siniferus	Lagartija espinosa de cola larga	
Phrynosomatidae	Sceloporus megalepidurus	Lagartija espinosa de escamas grandes	Pr
Phrynosomatidae	Sceloporus melanorhinus	lagartija espinosa de hocico negro	
Phrynosomatidae	Sceloporus subpictus	Lagartija espinosa de panza pinta	A
Phrynosomatidae	Sceloporus gadoviae	Lagartija espinosa del alto Balsas	
Phrynosomatidae	Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr
Phrynosomatidae	Sceloporus horridus	Lagartija espinosa del Pacífico	
Phrynosomatidae	Sceloporus jalapae	Lagartija espinosa del Valle de Tehuacán	
Phrynosomatidae	Sceloporus scitulus	Lagartija Espinosa esmeralda	
Phrynosomatidae	Sceloporus formosus	Lagartija espinosa esmeralda norteña	
Phrynosomatidae	Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	
Phrynosomatidae	Sceloporus cupreus	Lagartija espinosa oaxaqueña de cola larga	
Phrynosomatidae	Sceloporus aureolus	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	
Phrynosomatidae	Sceloporus omiltemanus	Lagartija espinosa sureña hendida	
Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa vientre rosado	
Anguidae	Abronia gadovii	Lagartija lagarto de la Sierra Madre del Sur	Pr
Anguidae	Abronia gadovii levigata	Lagartija Lagarto del Valle de Oaxaca	
Anguidae	Barisia planifrons	Lagarto alicante oaxaqueño	
Helodermatidae	Heloderma horridum	Lagarto de chaquira	A
Boidae	Boa imperator	Mazacuata	A
Colubridae	Geophis laticollaris	Minadora roja	Pr
Phyllodactylidae	Phyllodactylus tuberculosus	Salamanquesa vientre amarillo	
Typhlopidae	Indotyphlops braminus	Serpiente ciega afroasiática	
Elapidae	Micrurus diastema	Serpiente coralillo del sureste	Pr
Elapidae	Micrurus ephippifer	Serpiente coralillo oaxaqueña	Pr

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Teiidae	Aspidoscelis guttatus	Ticuiliche mexicano	
Corytophanidae	Basiliscus vittatus	Toloque rayado	
Emydidae	Trachemys scripta	tortuga gravada	
Kinosternidae	Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr
Viperidae	Ophryacus undulatus	Víbora de cuernitos mexicana	Pr
Colubridae	Drymarchon melanurus	Víbora negra	
Viperidae	Mixcoatlus melanurus	Víbora torito mexicano	Pr

Cuadro 8. Especies de ornitofauna presente en el estado de Oaxaca

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Accipitridae	Accipiter striatus	Gavilán Pecho Canela	**Pr**
Scolopacidae	Actitis macularius	Playero alzacolita	
Apodidae	Aeronautes saxatalis	Vencejo pecho blanco	
Icteridae	Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	
Passerellidae	Aimophila notosticta	Zacatonero oaxaqueño	**Pr**
Passerellidae	Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo	
Passerellidae	Aimophila ruficeps	Zacatonero Corona Canela	
Trochilidae	Amazilia rutila	Colibrí Canelo	
Trochilidae	Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo	
Psittacidae	Amazona albifrons	Loro frente blanco	**Pr**
Psittacidae	Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos	**A**
Passerellidae	Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	
Anatidae	Anas acuta	Pato golondrino	
Anatidae	Anas crecca	Cerceta Alas Verdes	
Motacillidae	Anthus rubescens	Bisbita Norteamericana	
Caprimulgidae	Antrostomus arizonae	Tapacaminos Cuerporrun Mexicano	
Caprimulgidae	Antrostomus ridgwayi	Tapacaminos Tucuchillo	
Corvidae	Aphelocoma woodhouseii	Chara de Collar	
Accipitridae	Aquila chrysaetos	Águila real	**A**
Psittacidae	Ara militaris	Guacamaya verde	**P**
Trochilidae	Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	
Ardeidae	Ardea alba	Garza blanca	
Ardeidae	Ardea herodias	Garza morena	
Ardeidae	Ardea ibis	Garza ganadera occidental (Invasora)	
Passerellidae	Arremon brunneinucha	Rascador Gorra Castaña	
Accipitridae	Astur cooperii	Gavilán de Cooper	**Pr**
Strigidae	Athene cunicularia	Tecolote llanero	
Passerellidae	Atlapetes pileatus	Rascador Gorra Canela	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Tyrannidae	Attila spadiceus	Mosquero Atila	
Ramphastidae	Aulacorhynchus prasinus	Tucancillo Verde	**Pr**
Ramphastidae	Aulacorhynchus prasinus wagleri	Tucancillo de Wagler	
Paridae	Baeolophus wollweberi	Carbonero embridado	
Parulidae	Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	
Trochilidae	Basilinna leucotis	Zafiro Orejas Blancas	
Bombycillidae	Bombycilla cedrorum	Chinito	
Strigidae	Bubo virginianus	Búho cornudo	
Accipitridae	Buteo albonotatus	Aguililla aura	**Pr**
Accipitridae	Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	
Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	
Accipitridae	Buteo jamaicensis calurus	Aguililla cola roja occidental	
Accipitridae	Buteo plagiatus	Aguililla gris	
Accipitridae	Buteo platypterus	Aguililla Alas Anchas	**Pr**
Accipitridae	Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	**Pr**
Accipitridae	Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	**Pr**
Ardeidae	Butorides virescens	Garcita Verde	
Anatidae	Cairina moschata	Pato real	**P**
Scolopacidae	Calidris melanotos	Playero Pectoral	
Trochilidae	Calothorax lucifer	Colibrí lucifer	
Trochilidae	Calothorax pulcher	Colibrí Mixteco	
Tyrannidae	Camptostoma imberbe	Mosquerito ChillÃ³n	
Trochilidae	Campylopterus hemileucurus	Fandanguero morado	
Troglodytidae	Campylorhynchus humilis	Matraca de Sclater	
Troglodytidae	Campylorhynchus jocosus	Matraca del Balsas	
Falconidae	Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	
Parulidae	Cardellina canadensis	Chipe de collar	
Parulidae	Cardellina pusilla	Chipe corona negra	
Parulidae	Cardellina rubra	Chipe rojo	
Parulidae	Cardellina rubrifrons	Chipe cara roja	
Icteridae	Cassiculus melanicterus	Cacique mexicano	
Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura	
Turdidae	Catharus aurantiirostris	Zorzal pico naranja	
Turdidae	Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela	
Turdidae	Catharus occidentalis	Zorzal mexicano	
Troglodytidae	Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	
Certhiidae	Certhia americana	Trepadorcito americano	
Charadriidae	Charadrius vociferus	Chorlo tildo	
Alcedinidae	Chloroceryle americana	Martin pescador verde	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Fringillidae	Chlorophonia elegantissima	Eufonia Gorra Azul	
Passerellidae	Chlorospingus flavopectus	Chinchinero Común	
Passerellidae	Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	
Accipitridae	Chondrohierax uncinatus	Gavilán Pico de Gancho	**Pr**
Accipitridae	Circus hudsonius	Gavilán rastrero	
Cuculidae	Coccyzus erythropthalmus	Cuclillo pico negro	
Picidae	Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	
Picidae	Colaptes auricularis	Carpintero corona gris	
Trochilidae	Colibri thalassinus	Colibrí orejas violetas	
Columbidae	Columba livia	Paloma asiática doméstica	
Columbidae	Columba livia domestica	Paloma Domestica	
Columbidae	Columbina inca	Tortolita Cola Larga	
Columbidae	Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	
Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita Canela	
Tyrannidae	Contopus cooperi	Papamoscas Boreal	
Tyrannidae	Contopus pertinax	Papamoscas José María	
Tyrannidae	Contopus sordidulus	Papamoscas del Oeste	
Tyrannidae	Contopus virens	Papamoscas del Este	
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común	
Regulidae	Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	
Corvidae	Corvus corax	Cuervo común	
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	
Corvidae	Cyanocitta stelleri	Chara Copetona	
Cardinalidae	Cyanocompsa parellina	Colorín azulnegro	
Corvidae	Cyanocorax formosus	Urraca Cara Blanca	
Corvidae	Cyanocorax yncas	Chara verde	
Trochilidae	Cynanthus auriceps	Esmeralda Occidental	
Trochilidae	Cynanthus doubledayi	Colibrí Pico Ancho Mexicano	
Trochilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho norteño	
Apodidae	Cypseloides niger	Vencejo Negro	
Thraupidae	Diglossa baritula	Picochueco Vientre Canela	
Picidae	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	
Picidae	Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	
Ardeidae	Egretta thula	Garza dedos dorados	
Accipitridae	Elanus leucurus	Milano cola blanca	
Tyrannidae	Empidonax affinis	Papamoscas Pinero	
Tyrannidae	Empidonax albigularis	Papamoscas Garganta Blanca	
Tyrannidae	Empidonax difficilis	Papamoscas Amarillo Norteño	
Tyrannidae	Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Tyrannidae	Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	
Tyrannidae	Empidonax minimus	Papamoscas Chico	
Tyrannidae	Empidonax oberholseri	Papamoscas Matorralero	
Tyrannidae	Empidonax wrightii	Papamoscas Bajacolita	
Alaudidae	Eremophila alpestris	Alondra cornuda	
Trochilidae	Eugenes fulgens	Colibrí Magnificó	
Trochilidae	Eupherusa poliocerca	Colibrí Guerrerense	**A**
Psittacidae	Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	**Pr**
Parulidae	Euthlypis lachrymosa	Pavito de Rocas	
Falconidae	Falco columbarius	Halcón esmerejón	
Falconidae	Falco rufigularis	Halcón murcielaguero	
Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano	
Rallidae	Fulica americana	Gallareta americana	
Scolopacidae	Gallinago delicata	Agachona Norteamericana	
Rallidae	Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja	
Cuculidae	Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	
Cuculidae	Geococcyx velox	Correcaminos tropical	
Parulidae	Geothlypis nelsoni	Mascarita matorralera	
Parulidae	Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	**A**
Parulidae	Geothlypis trichas	Mascarita común	
Accipitridae	Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	**Pr**
Strigidae	Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	
Cardinalidae	Habia rubica	Piranga Hormiguera Corona Roja	
Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	
Trochilidae	Heliomaster constantii	Colibrí Picudo Occidental	
Falconidae	Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco	
Recurvirostridae	Himantopus mexicanus	Monjita Americana	
Hirundinidae	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	
Icteriidae	Icteria virens	Chipe Grande	
Icteridae	Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	
Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	
Icteridae	Icterus galbula	Calandria de Baltimore	
Icteridae	Icterus graduacauda	Calandria Capucha Negra	
Icteridae	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	
Icteridae	Icterus parisorum	Calandria Tunera	
Icteridae	Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	
Icteridae	Icterus spurius	Calandria Castaña	
Icteridae	Icterus wagleri	Calandria de Wagler	
Passerellidae	Junco phaeonotus	Junco Ojos de Lumbre	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Trochilidae	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	
Trochilidae	Lamprolaima rhami	Colibrí Multicolor	**P**
Laniidae	Lanius ludovicianus	Verdugo Americano	
Parulidae	Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	
Parulidae	Leiothlypis peregrina	Chipe peregrino	
Parulidae	Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	
Parulidae	Leiothlypis virginiae	Chipe de Virginia	
Furnariidae	Lepidocolaptes affinis	Trepatroncos corona punteada	
Furnariidae	Lepidocolaptes leucogaster	Trepatroncos Mexicano	
Furnariidae	Lepidocolaptes souleyetii	Trepatroncos corona rayada	
Columbidae	Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	
Picidae	Dryobates villosus	Carpintero Albinegro Mayor	
Fringillidae	Loxia curvirostra	Picotuerto rojo	
Alcedinidae	Megaceryle alcyon	Martín pescador norteño	
Tyrannidae	Megarynchus pitangua	Luis pico grueso	
Strigidae	Megascops kennicottii	Tecolote del Oeste	
Strigidae	Megascops trichopsis	Tecolote rítmico	
Picidae	Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado	
Picidae	Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	
Picidae	Melanerpes hypopolius	Carpintero del Balsas	
Mimidae	Melanotis caerulescens	Mulato azul	
Passerellidae	Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	
Passerellidae	Melozone albicollis	Rascador Oaxaqueño	
Passerellidae	Melozone fusca	Rascador Viejita	
Passerellidae	Melozone kieneri	Rascador Nuca Canela	
Strigidae	Micrathene whitneyi	Tecolote enano	
Mimidae	Mimus polyglottos	Centzontle norteño	
Tyrannidae	Mitrephanes phaeocercus	Papamoscas CopetÃ³n	
Parulidae	Mniotilta varia	Chipe trepador	
Icteridae	Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	
Icteridae	Molothrus ater	Tordo cabeza café	
Momotidae	Momotus mexicanus	Momoto Corona Canela	
Cuculidae	Morococcyx erythropygus	Cuclillo terrestre	
Turdidae	Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	**Pr**
Tyrannidae	Myiarchus cinerascens	Papamoscas Garganta Ceniza	
Tyrannidae	Myiarchus nuttingi	Papamoscas Hua	
Tyrannidae	Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	
Tyrannidae	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Griton	
Parulidae	Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Parulidae	Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	
Tyrannidae	Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado común	
Tyrannidae	Myiopagis viridicata	Mosquerito Verdoso	
Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luisito común	
Ardeidae	Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra	
Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque	
Parulidae	Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas	
Passerellidae	Oriturus superciliosus	Zacatonero Serrano	
Passerellidae	Oriturus superciliosus superciliosus	Zacatonero serrano mexicano	
Cracidae	Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida	
Tityridae	Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	
Tityridae	Pachyramphus major	Cabezón mexicano	
Accipitridae	Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	**Pr**
Parulidae	Parkesia motacilla	Chipe arroyero	
Passeridae	Passer domesticus	Gorrión Doméstico	
Passerellidae	Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	
Cardinalidae	Passerina caerulea	Picogordo azul	
Cardinalidae	Passerina ciris	Colorín sietecolores	**Pr**
Cardinalidae	Passerina cyanea	Colorín azul	
Cardinalidae	Passerina versicolor	Colorín morado	
Columbidae	Patagioenas fasciata	Paloma Encinera	
Hirundinidae	Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	
Passerellidae	Peucaea humeralis	Zacatonero pecho negro	
Passerellidae	Peucaea mystacalis	Zacatonero embridado	
Peucedramidae	Peucedramus taeniatus	Ocotero enmascarado	
Trochilidae	Phaeoptila sordida	Colibrí Opaco	
Ptiliogonatidae	Phainopepla nitens	Capulinero negro	
Caprimulgidae	Phalaenoptilus nuttallii	Tapacaminos Pandeagua	
Cardinalidae	Pheucticus chrysopeplus	Picogordo amarillo	
Cardinalidae	Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	
Cardinalidae	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	
Troglodytidae	Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	
Odontophoridae	Philortyx fasciatus	Codorniz Barrada	
Cuculidae	Piaya mexicana	Cuclillo Canelo Mexicano	
Passerellidae	Pipilo maculatus	Rascador Moteado	
Cardinalidae	Piranga bidentata	Piranga Dorso Rayado	
Cardinalidae	Piranga erythrocephala	Piranga Cabeza Roja	
Cardinalidae	Piranga flava	Piranga Encinera	
Cardinalidae	Piranga ludoviciana	Piranga capucha roja	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga roja	
Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	
Paridae	Poecile sclateri	Carbonero mexicano	
Polioptilidae	Polioptila albiloris	Perlita Pispirria	
Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	
Passerellidae	Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	
Rallidae	Porphyrio martinica	Gallineta morada	
Rallidae	Porzana carolina	Polluela Sora	
Hirundinidae	Progne chalybea	Golondrina Pecho Gris	
Aegithalidae	Psaltriparus minimus	Sastrecillo	
Aegithalidae	Psaltriparus minimus melanotis	Sastrecillo Mexicano	
Strigidae	Psiloscops flammeolus	Tecolote Ojos Oscuros	
Ptiliogonatidae	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	
Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	
Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus mexicanus	Papamoscas cardenalito mexicano	
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	
Trochilidae	Ramosomyia viridifrons	Colibrí frente verde	
Thraupidae	Ramphocelus sanguinolentus	Tangara Rojinegra	
Tyrannidae	Rhynchocyclus brevirostris	Mosquerito Pico Plano	
Accipitridae	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	
Troglodytidae	Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	
Thraupidae	Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	
Thraupidae	Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	
Trochilidae	Saucerottia beryllina	Colibrí berilo	
Trochilidae	Saucerottia cyanocephala	Colibrí corona azul	
Trochilidae	Saucerottia cyanura	Colibrí cola azul	
Tyrannidae	Sayornis nigricans	Papamoscas negro	
Tyrannidae	Sayornis phoebe	Papamoscas fibi	
Tyrannidae	Sayornis saya	Papamoscas llanero	
Trochilidae	Selasphorus calliope	Zumbador Garganta Rayada	
Trochilidae	Selasphorus heloisa	Zumbador mexicano	
Trochilidae	Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	
Trochilidae	Selasphorus rufus	Zumbador Canelo	
Fringillidae	Serinus canaria	Canario	
Fringillidae	Serinus canaria domesticus	Canario doméstico	
Parulidae	Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño	
Parulidae	Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	
Parulidae	Setophaga coronata audubonii	Chipe de Audubon	
Parulidae	Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Parulidae	Setophaga nigrescens	Chipe Negrogris	
Parulidae	Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	
Parulidae	Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	
Parulidae	Setophaga tigrina	Chipe atigrado	
Parulidae	Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	
Parulidae	Setophaga virens	Chipe dorso verde	
Parulidae	Setophaga virens	Chipe dorso verde	
Turdidae	Sialia sialis	Azulejo garganta canela	
Sittidae	Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco	
Anatidae	Spatula clypeata	Pato cucharon norteño	
Anatidae	Spatula cyanoptera	Cerceta canela	
Anatidae	Spatula discors	Cerceta Alas Azules	
Picidae	Sphyrapicus varius	Carpintero Moteado	
Fringillidae	Spinus notatus	Jilguerito Encapuchado	
Fringillidae	Spinus pinus	Jilguerito Pinero	
Fringillidae	Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	
Accipitridae	Spizaetus tyrannus	Águila tirana	**P**
Passerellidae	Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	
Passerellidae	Spizella pallida	Gorrión pálido	
Passerellidae	Spizella passerina	Gorrion Cejas Blancas	
Thraupidae	Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela	
Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	
Columbidae	Streptopelia decaocto	Paloma de Collar Turca	
Apodidae	Streptoprocne rutila	Vencejo Cuello Castaño	
Strigidae	Strix virgata	Búho cafe	
Icteridae	Sturnella magna	Pradero Tortillaconchile	
Podicipedidae	Tachybaptus dominicus	Zambullidor Menor	**Pr**
Hirundinidae	Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor	
Hirundinidae	Tachycineta thalassina	Golondrina verdemar	
Thraupidae	Thraupis episcopus	Tangara azulgris	
Troglodytidae	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	
Troglodytidae	Thryophilus pleurostictus	Saltapared Barrado	
Troglodytidae	Thryophilus sinaloa	Saltapared Sinaloense	
Trochilidae	Tilmatura dupontii	Colibrí cola pinta	
Tityridae	Tityra semifasciata	Titira Puerquito	
Mimidae	Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	
Mimidae	Toxostoma ocellatum	Cuicacoche Moteado	
Scolopacidae	Tringa solitaria	Playero Solitario	
Troglodytidae	Troglodytes aedon	Saltapared común	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Norma Oficial Mexicana 059
Troglodytidae	Troglodytes aedon brunneicollis	Saltapared Garganta Cafe	
Trogonidae	Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña	
Trogonidae	Trogon citreolus	Coa Citrina	
Trogonidae	Trogon collaris	Coa de Collar	
Trogonidae	Trogon mexicanus	Coa Mexicana	
Turdidae	Turdus assimilis	Mirlo garganta blanca	
Turdidae	Turdus grayi	Mirlo Cafe	
Turdidae	Turdus infuscatus	Mirlo negro	
Turdidae	Turdus migratorius	Mirlo primavera	
Turdidae	Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso canela	
Tyrannidae	Tyrannus crassirostris	Tirano pico grueso	
Tyrannidae	Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosada	
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano Piriri	
Tyrannidae	Tyrannus verticalis	Tirano pálido	
Tyrannidae	Tyrannus vociferans	Tirano Chibiu	
Tytonidae	Tyto furcata	lechuza común americana	
Vireonidae	Vireo atricapilla	Víreo gorra negra	**P**
Vireonidae	Vireo bellii	Víreo de Bell	**A**
Vireonidae	Vireo brevipennis	Víreo pizarra	
Vireonidae	Vireo cassinii	Víreo de Cassin	
Vireonidae	Vireo gilvus	Víreo Gorjeador Oriental	
Vireonidae	Vireo huttoni	Víreo reyezuelo	
Vireonidae	Vireo hypochryseus	Víreo Amarillo	
Vireonidae	Vireo plumbeus	Víreo plomizo	
Vireonidae	Vireo swainsoni	Víreo Gorjeador Occidental	
Vireonidae	Vireolanius melitophrys	Víreon Arlequín	
Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillero brincador	
Icteridae	Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla	
Furnariidae	Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Pico Marfil	
Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	
Columbidae	Zenaida macroura	Huilota común	

III.2 Vertebrados confirmados que se distribuyen en la zona de acuerdo con el estudio prospectivo de fauna

Con el objetivo de determinar la riqueza y abundancia proporcional de especies de fauna silvestre presentes en el Área del Proyecto, en el Área de Influencia y en la Región Ecológica, así como considerando las dimensiones y características del proyecto, se realizaron transectos de más de 100 metros de longitud. Se realizaron 12 en AP, 7 en AI y 7 en RE (AP, AI y RE).

Cuadro 9*. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre.*

Número Transecto	Unidad de Análisis	ID Transecto	Coordenadas UTM Zona 14 Q				Longitud m
			Coordenada Inicio		Coordenada Fin		
			X	Y	X	X	
1	AP	T1-AP	580508	1921082	580215	1921303	400
2	AP	T2-AP	580173	1921585	580044	1921803	490
3	AP	T3-AP	579738	1922172	579933	1922276	525
4	AP	T4-AP	579716	1922388	579972	1922422	260
5	AP	T5-AP	579932	1922698	579999	1922854	305
6	AP	T6-AP	579702	1923399	579694	1923553	200
7	AP	T7-AP	577180	1925412	577275	1925442	100
8	AP	T8-AP	578833	1923885	578700	1924029	205
9	AP	T9-AP	578146	1924545	577997	1924695	210
10	AP	T10-AP	577431	1925308	577586	1925393	200
11	AP	T11-AP	577452	1924629	577478	1924830	215
12	AP	T12-AP	577744	1924133	577561	1924010	250
1	AI	AI-1	578222	1924166	578336	1924267	250
2	AI	AI-2	580437	1920767	580285	1920906	215
3	AI	AI-3	580683	1920708	580734	1920852	165
4	AI	AI-4	577764	1925509	577639	1925712	300
5	AI	AI-5	578426	1924400	578580	1924568	250
6	AI	AI-6	577846	1924893	578023	1924983	200
7	AI	AI-7	577564	1923980	577415	1923868	210
1	RE	RE-1	579355	1921309	579262	1921217	150
2	RE	RE-2	580731	1922998	580920	1923047	210
3	RE	RE-3	576435	1925243	576447	1925725	505
4	RE	RE-4	578233	1922635	578015	1922448	305
5	RE	RE-5	579051	1925370	579081	1925653	305
6	RE	RE-6	579027	1921118	578937	1920783	350
7	RE	RE-7	576112	1923943	575973	1923900	500

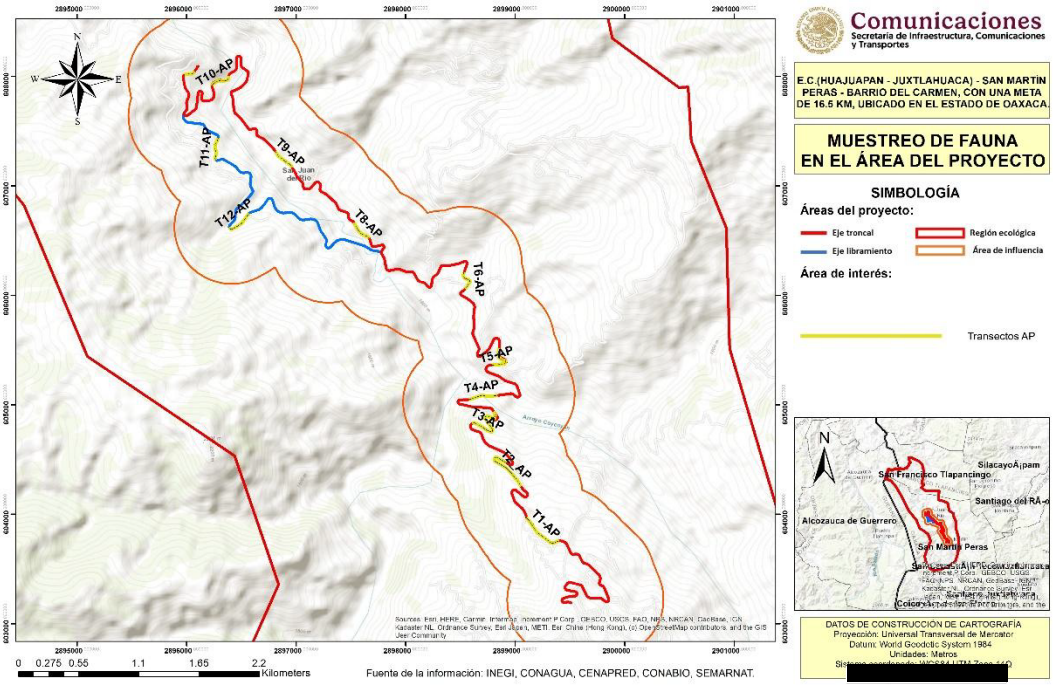


Figura 5. Transectos realizados para el registro de fauna en AP

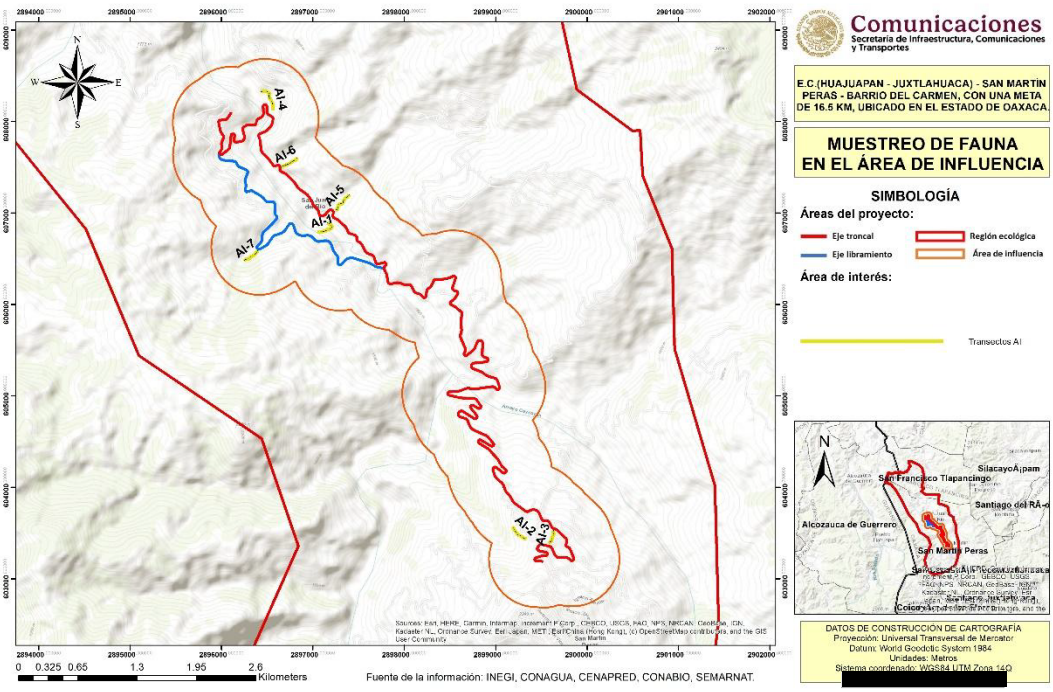


Figura 6. Transectos realizados para el registro de fauna en AI

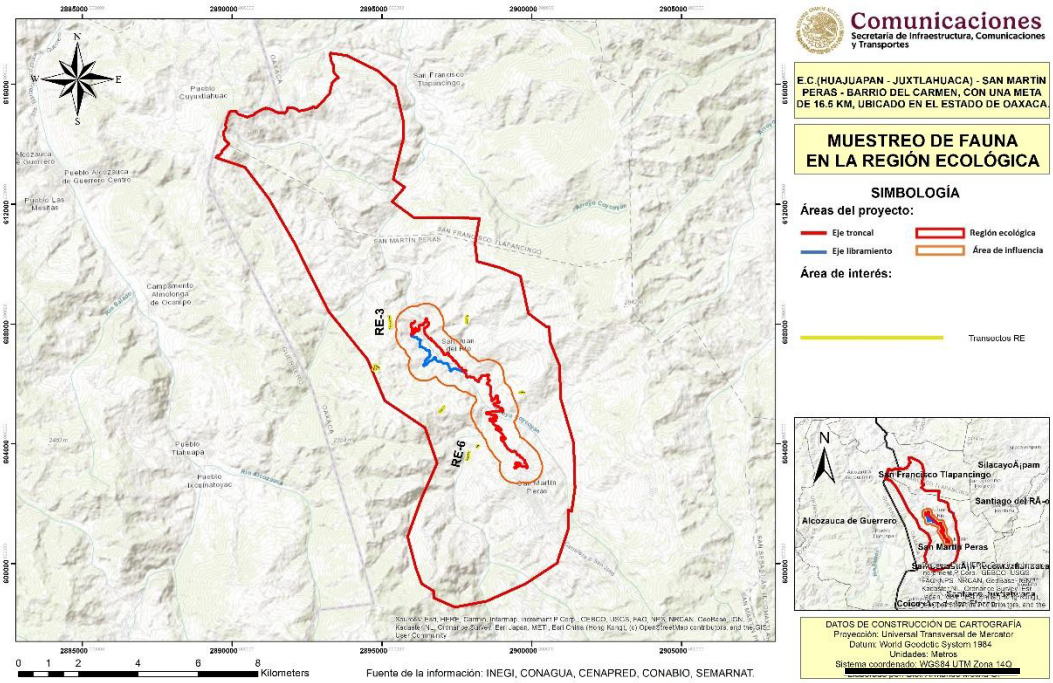


Figura 7. Transectos realizados para el registro de fauna en RE

En todo el muestreo de Área del proyecto, Área de Influencia y Region Ecológica se encontraron 51 especies de Aves, 13 especies de Herpetofauna, y 10 especies de Mamíferos (Cuadro 4).

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A). En los siguientes apartados se describe lo encontrados para cada zona y para cada grupo.

Cuadro 10***. Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE.***

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
1	Avifauna	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-	LC	Cites II
2	Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	LC	Cites II
3	Avifauna	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-	LC	
4	Avifauna	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	LC	
5	Avifauna	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-	LC	
6	Avifauna	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	LC	
7	Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	
8	Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	
9	Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	
10	Avifauna	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	LC	

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
11	Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	
12	Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	LC	
13	Avifauna	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	-	LC	
14	Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	LC	
15	Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	LC	Cites II
16	Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	LC	
17	Avifauna	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	LC	
18	Avifauna	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	LC	
19	Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	LC	
20	Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	LC	
21	Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	LC	
22	Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	LC	
23	Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	LC	
24	Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	LC	
25	Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	LC	
26	Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	LC	
27	Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	LC	
28	Avifauna	Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	-	LC	
29	Avifauna	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-	LC	
30	Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	LC	
31	Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	LC	
32	Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	LC	
33	Avifauna	Ptiliogonatidae	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris		LC	
34	Avifauna	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-	LC	
35	Avifauna	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-	LC	
36	Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	LC	
37	Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	LC	
38	Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	LC	
39	Avifauna	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-	LC	
40	Avifauna	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-	LC	
41	Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	LC	
42	Avifauna	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	LC	
43	Avifauna	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico	-	LC	
44	Avifauna	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	LC	
45	Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	
46	Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC	
47	Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	LC	
48	Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	LC	
49	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	LC	
50	Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	LC	
51	Avifauna	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-	LC	

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN Red List	Cites
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr	LC	
2	Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	-	LC	
3	Herpetofauna	Colubridae	*Conopsis acuta*	Culebra terrestre guardacaminos	-	LC	
4	Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	LC	
5	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	Cites II
6	Herpetofauna	Mabuyidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-	LC	
7	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	-	LC	
8	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija Espinosa esmeralda	-	LC	
9	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-	LC	
10	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	LC	
11	Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Arbol del Pacifico	-	LC	
12	Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	LC	
13	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	LC	
1	Mamiferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	LC	
2	Mamiferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	LC	
3	Mamiferos	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-	LC	
4	Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	LC	
5	Mamiferos	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	-	LC	
6	Mamiferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	LC	
7	Mamiferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	LC	
8	Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	LC	
9	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	
10	Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	LC	

Cuadro 11. ***Listado de Especies encontradas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010***

Núm.	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	AP	AI	RE
1	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	Pr		Registrada	
2	Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			Registrada
3	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	Registrada	Registrada	Registrada
4	Mastofauna	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	Registrada	Registrada	

De acuerdo con la tabla anterior, las especies encontradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 y encontradas en AP fueron el Huico llanero (*Aspidoscelis costatus* y el, Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) ambas en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). El Cacomixtle tiene una alta capacidad de desplazamiento, mediante la cual lo individuos pueden desplazarse para alejarse de disturbios. El Huico llanero presenta ámbitos hogareños reducidos, pero se puede desplazar de disturbios. Atendiendo a estos resultados se realizarán medidas de mitigación

enfocadas en evitar que las especies de fauna encontradas en AP pudieran ser dañadas. Se implementarán medidas de ahuyentamiento y reubicación y rescate.

III.2.1 Identificación de corredores biológicos

De acuerdo con CONABIO “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies.

Para este apartado se realizó un análisis en el cual se identificaron las áreas de importancia como corredores biológicos y áreas dedicadas a la conservación como son: áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica, AICA´s y sitios RAMSAR).

El proyecto se localiza fuera de cualquier Área Natural Natural Protegida (ANP) de jurisdicción federal, estatal o municipal, así como de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar, situándose a distancias considerables de los referentes más cercanos como el "Boquerón de Tonalá" (21 km) y "Tlaxiaco" (40 km). No obstante, el área de estudio se ubica directamente dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 126 "Sierras Triqui-Mixteca", una zona de alto valor biológico caracterizada por la presencia de bosque mesófilo de montaña, pinos y encinos, así como por una notable riqueza de especies endémicas y vertebrados en riesgo. A pesar de que la RTP presenta una integridad ecológica funcional media y enfrenta presiones por fragmentación agropecuaria en su vertiente oriental, su conservación es fundamental debido a la estrecha relación biocultural de las etnias Mixteca y Triqui con la flora silvestre y su función potencial como corredor biológico, lo que obliga a que el proyecto asegure la continuidad de los flujos ecosistémicos en esta región de la Mixteca.

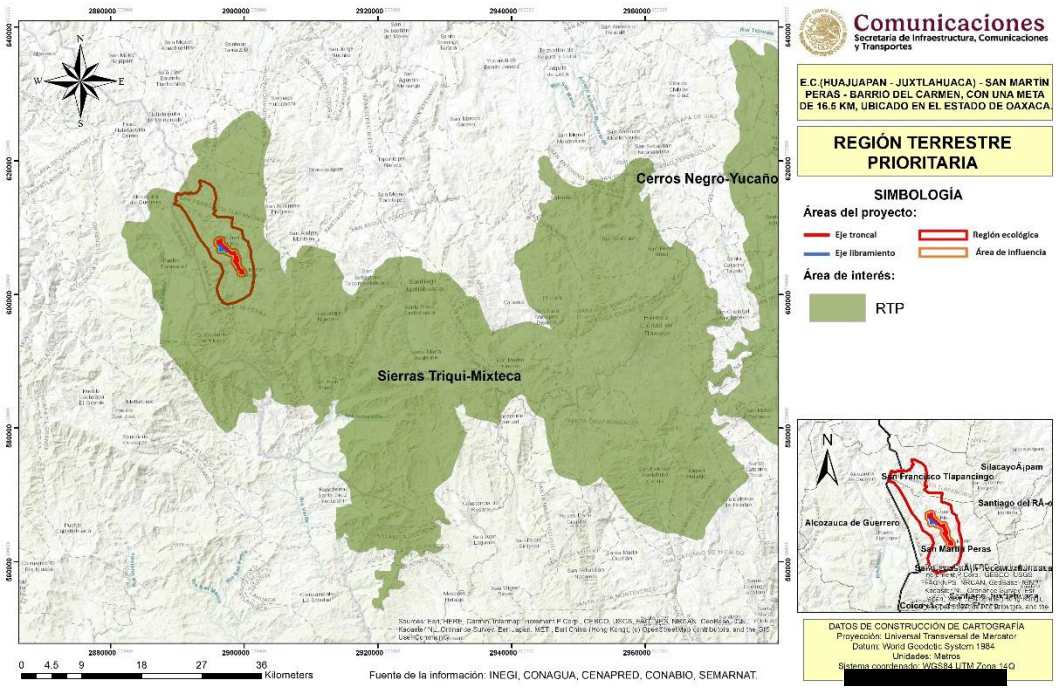


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a RTP.

Para garantizar dicha continuidad, el proyecto integrará criterios de diseño ambientalmente sensibles, tales como la implementación de pasos de fauna en puntos críticos de cruce preferencial, la delimitación de áreas de exclusión para evitar el desmonte de vegetación primaria y programas de restauración forestal con especies nativas que fortalezcan la estructura del corredor biológico y mitiguen la fragmentación del hábitat.

IV. Ubicación de las obras de drenaje y/ pasos de Fauna

IV.1 Ubicación de obras de drenaje existentes

Para el resto de los escurrimientos detectados por el estudio hidrológico se contempla el uso de obras de drenaje menor con la intención de garantizar escorrentía original del terreno. Esto se logrará mediante la implementación de un sistema de drenaje pluvial cuidadosamente diseñado que se integrará a lo largo de todo el tramo del proyecto, por lo que el proyecto ejecutivo considera la construcción de 58 obras de drenaje menor. En el siguiente cuadro se enlistan algunas características de dichas obras así como sus ubicaciones:

Cuadro 12. Obras de drenaje que comprende el proyecto

Tramo	Numero	Estación	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	1	36+492	Losa	4x4 m	580866.913	1920679.18

Tramo	Numero	Estación	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	2	36+972	Tubo	1.2 m	580690.486	1920675.79
Troncal	3	37+068	Losa	5.5x1.2	580737.856	1920595.39
Troncal	4	37+757	Losa	3x3 m	580730.827	1920873.44
Troncal	5	37+901	Tubo	1.2 m	580631.86	1920956.1
Troncal	6	38+171	Tubo	1.2 m	580434.365	1921065.34
Troncal	7	39+020	Tubo	1.2 m	580195.569	1921551.42
Troncal	8	39+097	Tubo	1.2 m	580155.187	1921617.48
Troncal	9	39+207	Tubo	1.2 m	580088.299	1921704.21
Troncal	10	39+706	Tubo	1.2 m	580057.003	1921866.52
Troncal	11	40+054	Tubo	1.2 m	579807.93	1922087.93
Troncal	12	40+896	Tubo	1.2 m	579822.566	1922316.38
Troncal	13	41+199	Tubo	1.2 m	579678.927	1922390.18
Troncal	14	42+221	Tubo	1.2 m	579928.05	1922699.22
Troncal	15	42+367	Tubo	1.2 m	580059.315	1922732.09
Troncal	16	42+532	Tubo	1.2 m	580001.381	1922863.02
Troncal	17	42+779	Tubo	1.2 m	579888.05	1922829.28
Troncal	18	42+935	Tubo	1.2 m	579812.72	1922837.37
Troncal	19	43+360	Tubo	1.2 m	579782.462	1923247.73
Troncal	20	43+681	Tubo	1.2 m	579744.717	1923472.81
Troncal	21	44+118	Tubo	1.2 m	579500.583	1923619.82
Troncal	22	44+584	Tubo	1.2 m	579223.016	1923567.62
Troncal	23	44+721	Tubo	1.2 m	579090.646	1923595.09
Troncal	24	44+923	Tubo	1.2 m	578971.555	1923687.24
Troncal	25	45+053	Tubo	1.2 m	578968.294	1923803.77
Troncal	26	45+386	Tubo	1.2 m	578732.177	1923966.6
Troncal	27	45+459	Tubo	1.2 m	578699.539	1924032.63
Troncal	28	45+688	Tubo	1.2 m	578551.619	1924180.9
Troncal	29	45+739	Tubo	1.2 m	578526.334	1924224.18
Troncal	30	46+067	Tubo	1.2 m	578323.177	1924366.83
Troncal	31	46+422	Tubo	1.2 m	578117.352	1924581.9
Troncal	32	46+614	Tubo	1.2 m	577983.746	1924715.55
Troncal	33	46+768	Tubo	1.2 m	577873.4	1924821.22
Troncal	34	46+873	Tubo	1.2 m	577665.555	1925023.28
Troncal	35	46+873	Losa	5x5	577824.534	1924901.15
Troncal	36	47+379	Tubo	1.2 m	577647.785	1925266.86
Troncal	37	47+962	Tubo	1.2	577614.466	1925424.05
Troncal	38	48+165	Losa	5x3	577434.633	1925323.78
Troncal	39	48+660	Tubo	1.2 m	577290.643	1925149.59
Troncal	40	48+760	Tubo	1.2 m	577240.966	1925069.58

Tramo	Numero	Estación	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	41	48+990	Tubo	1.2 m	577193.715	1925090.71
Troncal	42	49+137	Tubo	1.2 m	577180.949	1925322.23
Troncal	43	49+219	Tubo	1.2 m	577171.874	1925403.45
Ramal	1	100+063	Tubo	1.2 m	578912.931	1923762.2
Ramal	2	100+335	Tubo	1.2 m	578660.797	1923858.91
Ramal	3	100+563	Tubo	1.2 m	578462.082	1923803.07
Ramal	4	100+693	Tubo	1.2 m	578425.419	1923912.94
Ramal	5	100+986	Tubo	1.2 m	578222.507	1924065.88
Ramal	6	101+206	Tubo	1.2 m	578030.288	1924137.32
Ramal	7	101+513	Tubo	1.2 m	577845.3	1924173.64
Ramal	8	101+783	Tubo	1.2 m	577634.832	1924019.75
Ramal	9	101+862	Tubo	1.2 m	577564.254	1924003.2
Ramal	10	102+101	Tubo	1.2 m	577662.424	1924204.97
Ramal	11	102+343	Tubo	1.2 m	577760.99	1924392.34
Ramal	12	102+529	Tubo	1.2 m	577685	1924508.14
Ramal	13	102+810	Tubo	1.2 m	577451.218	1924628.33
Ramal	14	103+277	Tubo	1.2 m	577286.487	1924966.29
Ramal	15	103+401	Tubo	1.2 m	577172.521	1925001.32

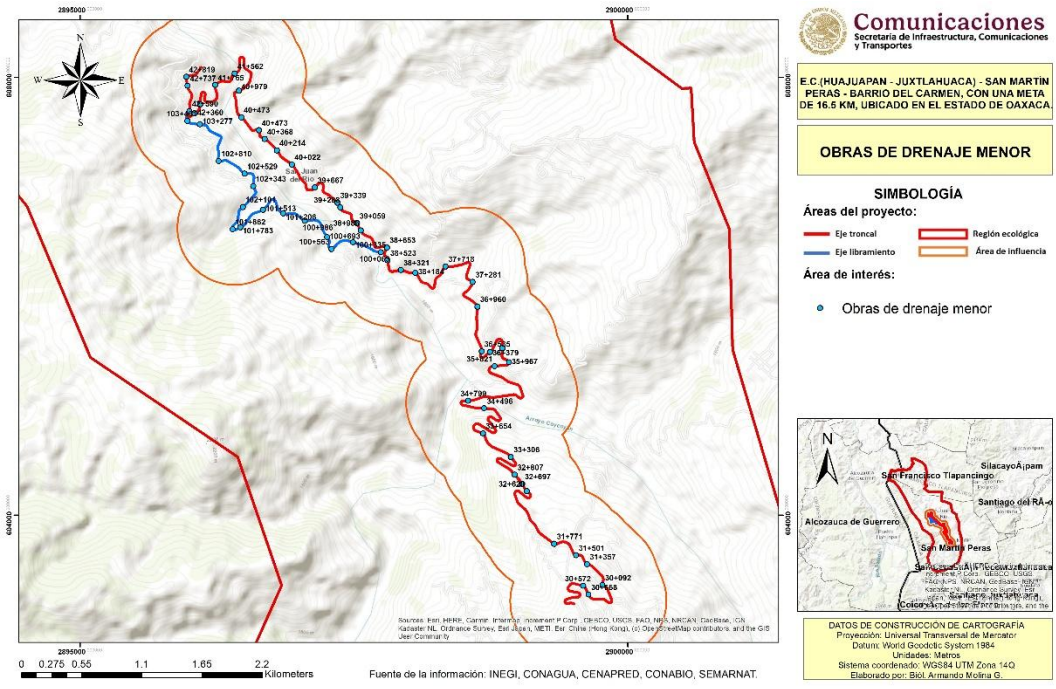


Figura 9.- Localización de las obras de drenaje

IV.2 Identificación de zonas de interés para la conectividad

El proyecto intersecta un área forestal de gran relevancia ecológica que suma un total de 8.2381 hectáreas, distribuidas estratégicamente en 48 polígonos correspondientes a comunidades de vegetación secundaria de bosque de pino-encino y bosque de encino. Estos fragmentos forestales funcionan como zonas críticas de interés para la conectividad y el refugio de la fauna silvestre local, albergando especies con requerimientos de movilidad amplios y específicos, como el lince (*Lynx rufus*) y la zorrita gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Dado que la infraestructura vial ejerce un efecto barrera intrínseco que fragmenta estos ecosistemas, se vuelve indispensable implementar criterios rigurosos de permeabilización biológica que garanticen el flujo génico y el libre tránsito de los ejemplares entre los polígonos aislados.

Para mitigar esta fragmentación en las zonas de influencia forestal, se contempla la optimización y adecuación de la infraestructura hidráulica transversal mediante un enfoque multifuncional, proyectando una densidad promedio de una obra con diseño mixto por kilómetro para un total de 18 estructuras integradas. Bajo este esquema, se aprovechará la distribución de 17 obras de drenaje menor del tipo tubo (de 1.2 m de diámetro) para habilitar pasos secos alternativos destinados a mamíferos pequeños y medianos. Esta estrategia se complementará con la habilitación integral de la estructura mayor tipo losa ubicada en el km 46+873 como el elemento extra prioritario; esta última contará con banquetas elevadas, rampas texturizadas de acceso y cercas de inducción perimetrales con especificaciones anti-escalada, asegurando que la fauna silvestre sea guiada eficazmente desde las coberturas de los polígonos boscosos hacia los puntos de cruce seguro, restableciendo así la conectividad ecológica de la región ecológica.

En total se tienen las 8.2524 ha de vegetaicon forestal, se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 13.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140

Numero	Polígono	USV	Superficie
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145

Numero	Polígono	USV	Superficie
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207

Numero	Polígono	USV	Superficie
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

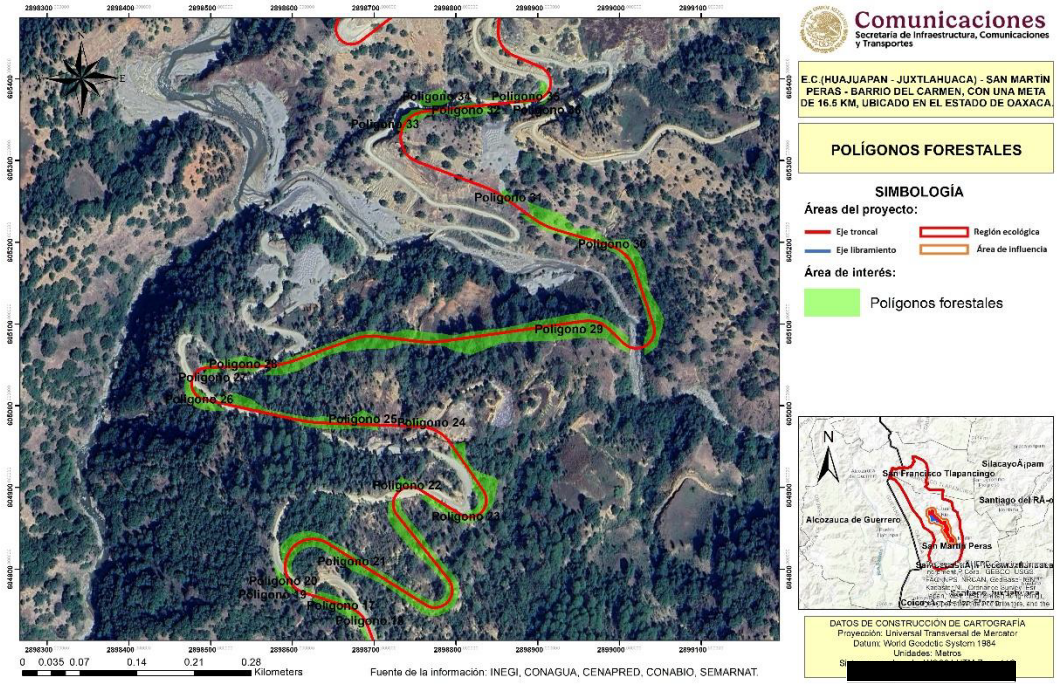


Figura 10.- Polígonos forestales 1

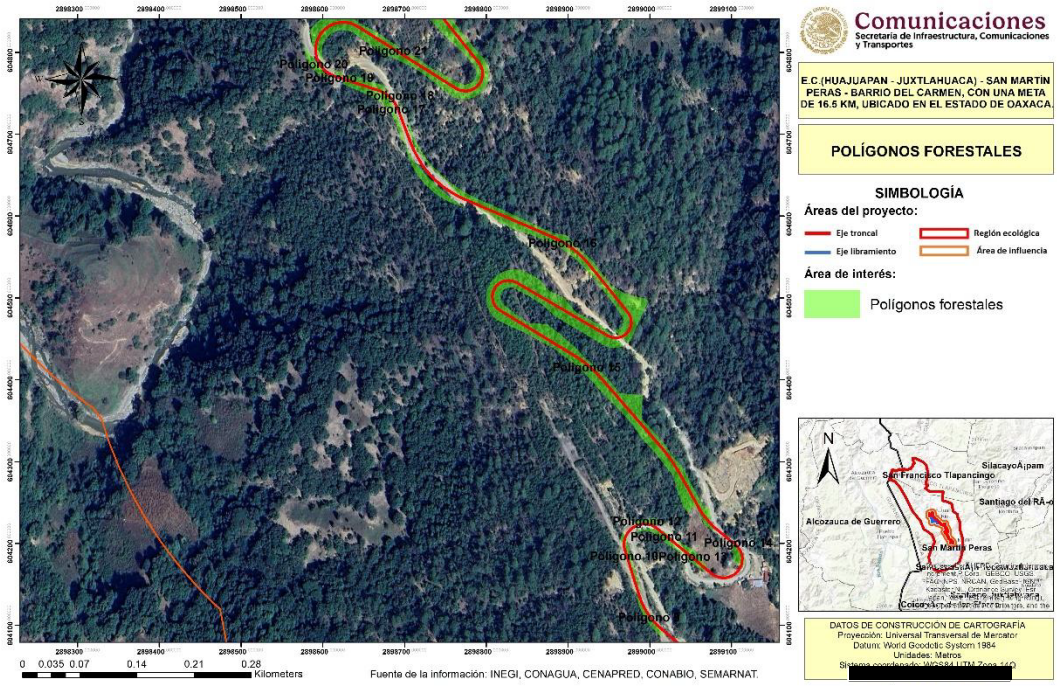


Figura 11.- Polígonos forestales 2

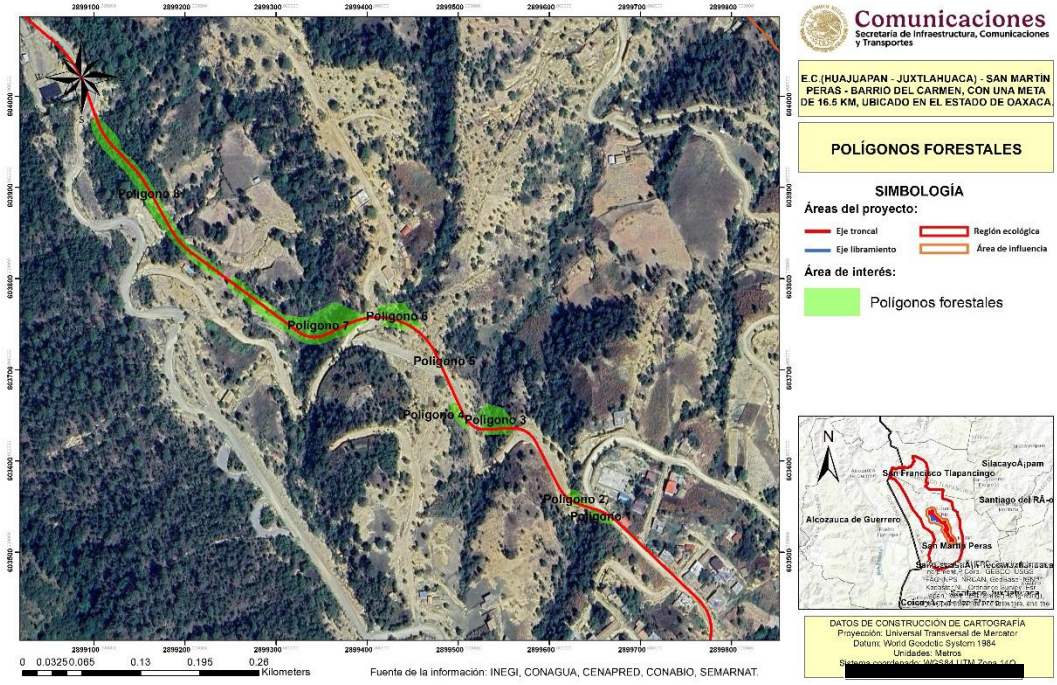


Figura 12.- Polígonos forestales 3

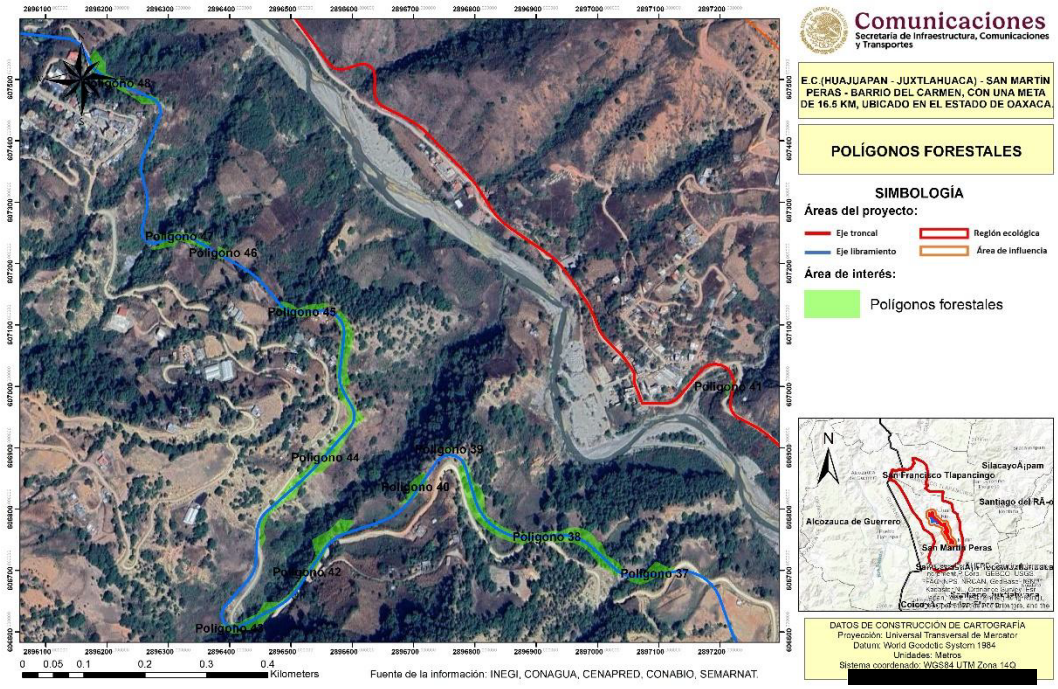


Figura 13.- Polígonos forestales 4

IV.3 Ubicación de los pasos de fauna requeridos por el proyecto

V. Diseño de obras de drenaje como pasos de fauna

Para el diseño e identificación de pasos para fauna se debe usar toda la información generada, con el objetivo de evaluar los sitios, los tipos y el número de pasos para fauna necesarios para mitigar los impactos causados por el proyecto, así como las acciones complementarias a estos pasos para asegurar que sean funcionales.

En primera instancia se identifica a la Fauna presente y el tipo de movilidad que presenta, seguido se identifica la topografía pues de esta depende las zonas de tránsito de Fauna y finalmente se identifica el hábitat o bien el tipo de vegetación presente.

La densidad de pasos de Fauna estar en función de la longitud y tipo de hábitat, cabe señalar que no quedan excluidas las zonas agrícolas. El manual de diseño de pasos para Fauna Silvestre en Carreteras (publicado por SCT) indica las siguientes densidades orientativas de pasos de Fauna.

Cuadro 14. Densidades recomendadas de pasos de fauna

Tipos de hábitat interceptados por los tramos de las infraestructuras	Tipos de estructuras en función de su permeabilidad	
	Adecuados para grandes mamíferos	Adecuados para fauna mediana y pequeña
Forestal con alto nivel de conservación y sitios de interés para la conservación de la conectividad ecológica. Áreas de importancia ambiental	**1 paso / 1km**	**1 paso / 500 a 1 km**
Vegetación perturbada, acahuales y otros tipos de vegetación secundaria (natural transformados por actividades humanas).	**1 paso/ 3 a 5 km**	**1 paso/ 0.5 a 1 km**
Áreas de baja importancia ambiental (cultivos, plantaciones y zonas semiurbanas).	**1 paso / 5 km**	**1 paso/ 0.5 a 1 km**

V.1 Ubicación de pasos de fauna

Tomando en consideración los criterios de diseño para la conectividad de mastofauna, la literatura establece que las alcantarillas mayores de 1.0 a 1.5 m de altura son adecuadas para el paso de diversas especies, advirtiendo que los conductos tubulares con diámetros menores a 1.5 m suelen restringirse al tránsito de anfibios y reptiles pequeños. No obstante, para el presente proyecto se contempla la optimización y adecuación marginal de 17 obras de drenaje del tipo tubo de 1.2 m de diámetro.

Si bien estas estructuras tubulares presentan limitantes volumétricas intrínsecas, su elevada densidad y distribución estratégica —promediando una obra por kilómetro permitirán habilitar pasos secos alternativos mediante el reacondicionamiento interior con banquetas adosadas y rampas. Esta configuración atenuará el efecto barrera para mamíferos pequeños y medianos (como la zorrita gris). Por su parte, el flujo seguro y preferente de mamíferos tope con mayores requerimientos de apertura, como el lince (Lynx rufus), estará garantizado de manera complementaria mediante la habilitación e infraestructura integral del paso de fauna prioritario tipo losa proyectado en el km 46+873.

Cuadro 15. Localización de pasos de fauna propuestos

Tramo	Numero	Estación	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	6	38+171	Tubo	1.2 m	580434.365	1921065.34
Troncal	7	39+020	Tubo	1.2 m	580195.569	1921551.42
Troncal	9	39+207	Tubo	1.2 m	580088.299	1921704.21
Troncal	10	39+706	Tubo	1.2 m	580057.003	1921866.52
Troncal	12	40+896	Tubo	1.2 m	579822.566	1922316.38
Troncal	13	41+199	Tubo	1.2 m	579678.927	1922390.18

Tramo	Numero	Estación	Tipo	Dimensiones	X	Y
Troncal	18	42+935	Tubo	1.2 m	579812.72	1922837.37
Troncal	21	44+118	Tubo	1.2 m	579500.583	1923619.82
Troncal	24	44+923	Tubo	1.2 m	578971.555	1923687.24
Troncal	25	45+053	Tubo	1.2 m	578968.294	1923803.77
Troncal	35	46+873	Losa	5x5	577824.534	1924901.15
Troncal	37	47+962	Tubo	1.2	577614.466	1925424.05
Troncal	41	48+990	Tubo	1.2 m	577193.715	1925090.71
Troncal	43	49+219	Tubo	1.2 m	577171.874	1925403.45
Ramal	6	101+206	Tubo	1.2 m	578030.288	1924137.32
Ramal	9	101+862	Tubo	1.2 m	577564.254	1924003.2
Ramal	13	102+810	Tubo	1.2 m	577451.218	1924628.33
Ramal	14	103+277	Tubo	1.2 m	577286.487	1924966.29

V.2 Diseño estructural de los pasos de fauna

En concordancia con el manual de diseño de pasos para Fauna Silvestre en Carreteras (publicado por SCT), se identifican ocho tipos de pasos que se pueden considerar para el proyecto, son los siguientes:

1. Paso Inferior para Fauna (PIFA).
2. Paso Superior para Fauna (PSFA).
3. Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y paso para fauna).
4. Paso para fauna embebido en la infraestructura lineal.
5. Paso aéreo para fauna arborícola.
6. Obra para el paso y protección de fauna voladora.
7. Paso temporal para invertebrados migratorios.
8. Paso para fauna acuática.

En el siguiente cuadro se describe la necesidad que atiende cada tipo y uso para organismos.

Cuadro 16.Recomendaciones de Pasos de Fauna

Necesidades de paso en función del tipo y tamaño de fauna silvestre	Pasos para fauna adecuados para diferentes tipos de organismos en México
Pasos aptos para todos los organismos	1) Paso Inferior para Fauna (PIFA). 2) Paso Superior para Fauna (PSFA). 3) Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y para fauna).
Pasos para grandes mamíferos	1) Paso Inferior para Fauna (PIFA).

Necesidades de paso en función del tipo y tamaño de fauna silvestre	Pasos para fauna adecuados para diferentes tipos de organismos en México
	2) Paso Superior para Fauna (PSFA). 3) Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y para fauna).
Pasos para pequeños vertebrados	3) Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y para fauna). 4) Paso para fauna embebido en la infraestructura lineal.
Pasos para anfibios	3) Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y para fauna). 4) Paso para fauna embebido en la infraestructura lineal
Estructuras para peces	8) Paso para fauna acuática.
Necesidades adicionales de la fauna mexicana	
Pasos para fauna arbórea	5) Paso aéreo para fauna arborícola
Cruces por cuerpos de agua y zonas de alta movilización de murciélagos y aves	6) Obras para paso y protección de fauna voladora.
Zonas con registro de movimientos migratorios de invertebrados (ejemplo: Golfo de México y Caribe)	7) Paso temporal para invertebrados migratorios.

En este caso particular se recomienda las 3) Obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y para fauna). Las obras de drenaje están diseñadas primordialmente para el paso de agua, a menudo llenando toda su capacidad. Sin embargo, en ocasiones transportan caudales menores o corrientes permanentes que dejan espacios secos, los cuales pueden ser utilizados por animales para moverse.

En México, es común que estas estructuras se construyan para manejar corrientes temporales. Esto permite que la fauna las use como pasos durante la temporada de estiaje, cuando los cauces están secos. No obstante, esta funcionalidad es limitada, ya que depende de la ausencia de agua y, frecuentemente, el tamaño reducido de las obras restringe su uso a cierto tipo de fauna.

Para que las obras de drenaje sirvan eficazmente como pasos mixtos (permitiendo el paso simultáneo de agua y fauna), necesitan adaptaciones y dimensiones específicas. Estas modificaciones deben asegurar una zona seca para el tránsito animal sin obstruir el flujo de agua para el cual fueron diseñadas (la sección hidráulica). Además, el diseño adaptado debe garantizar la continuidad tanto del curso de agua como de la vegetación circundante.

Entre las adaptaciones clave se encuentra la construcción de banquetas laterales, plataformas o repisas elevadas por encima del nivel habitual del agua, facilitando así el cruce seguro de los animales.

Es fundamental señalar que, sin las dimensiones o adaptaciones adecuadas, las obras de drenaje no funcionan apropiadamente como pasos de fauna. Sin embargo, su potencial adaptación representa una importante área de oportunidad, especialmente para la red de carreteras existente en México. Su menor costo y relativa facilidad de implementación, en comparación con estructuras exclusivamente diseñadas para la fauna

V.2.1 Características del drenaje adaptado para animales terrestres

a) Especies de referencia

- Carnívoros de pequeño y mediano tamaño

b) Otros grupos que pueden utilizarlo

- Lagomorfos, micromamíferos, reptiles, y también anfibios si hay suficiente humedad ambiental y se instalan cerramientos adecuados.
- Si el drenaje es de dimensiones adecuadas y está correctamente adaptado, puede ser utilizado también por ungulados y grandes carnívoros.

c) Uso de la estructura

- Mixto: Paso de fauna y drenaje.

d) Características y prescripciones básicas

- Para la adecuación de obras de drenaje es necesario aumentar el gálibo de la obra analizada con el fin de poder realizar las adaptaciones necesarias para la fauna, conservando el flujo hidráulico que marca el proyecto, lo que implica en algunas ocasiones la sustitución de la obra de drenaje por una mayor en carreteras existentes, o la sustitución del diseño inicialmente considerado en proyecto para el mismo fin.
- En caso de que el criterio anterior no resulte viable, analizar las obras complementarias indicadas en este Manual que se puedan adaptar para funcionar como pasos para fauna sin afectar el área y funcionamiento hidráulico.
- Si los dos criterios anteriores no son una opción, es necesario considerar la instalación de un paso para fauna específicamente construido para la movilización de animales, independientemente de que exista una obra de drenaje próxima.
- Las adaptaciones para conformar pasos mixtos incluyen actividades y estructuras tanto dentro como fuera de la obra de drenaje, por ejemplo, la colocación de barreras de mallado o sólidas opacas en ambos costados en el exterior de la estructura para

reducir el ruido generado por los automóviles o trenes, conducir a los animales hacia el paso y protegerlos en su cruce.

f) Tipologías constructivas

De acuerdo con el Manual de proyecto de drenaje y subdrenaje de la SCT (M·PRY·CAR·4·01·003/16) se tienen 4 tipos de obras de drenaje:

- Losa de concreto hidráulico.
- Cajón.
- Bóveda.

g) Dimensiones

Las dimensiones recomendadas de obras de drenaje adaptadas para pasos para fauna, en el caso de mamíferos grandes, son de 3.0 a 6.0 m de ancho (A), por una altura (H) de 3.0 a 5.0 m y su longitud estará determinada de acuerdo con el proyecto geométrico de la infraestructura lineal.

Por su parte, para mamíferos medianos y pequeños alcantarillas mayores de 1 a 1.5 m de alto pueden ser adecuadas para el paso de varias especies. En caso de obras tubulares, diámetros menores a 1.5 m sólo son recomendables para sitios donde se busca el paso de anfibios o reptiles pequeños. Tubos con diámetros de 0.3 a 0.5 m pueden resultar aceptados para paso de tejones y otros mamíferos excavadores, pero no son apropiados para establecer pasos multiespecie. Los tubos de polietileno de alta densidad pueden ser buenos pasos para anfibios en zonas húmedas, e incluso para peces, como se describe más adelante.

En cualquier caso, para poder adaptar obras de drenaje con forma tubular omo paso para fauna terrestre se requiere establecer un fondo plano en el piso de ésta para que puedan caminar por ahí los animales, lo que implica reducir en al menos ¼ el área libre del ducto con la colocación de este relleno formando una pasarela de concreto, lo que hace que sean poco funcionales y por consiguiente menos recomendados.

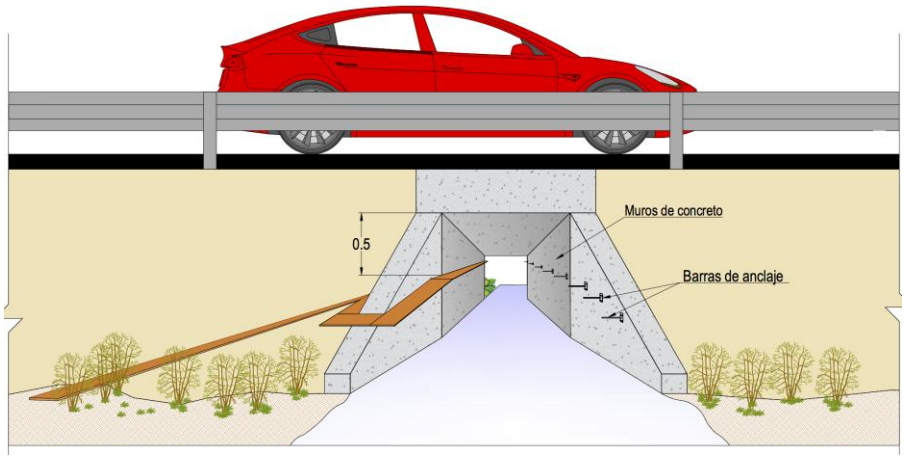
Acondicionamientos

Dentro de las adaptaciones más comunes para las obras de drenaje a fin de que cumplan con una función mixta, se recomienda, para incentivar el desplazamiento de fauna pequeña, implementar repisas de madera densa tratada para la intemperie, concreto colado en sitio para dar la inclinación y altura adecuada, resinas epóxicas u otros materiales. Se colocan a lo largo del paso para fauna u obra de drenaje adaptada para función mixta (paso de agua y paso para fauna), en una o dos de las paredes laterales de la obra dependiendo del gálibo de la misma. Se proyectan hacia afuera del paso, hasta conectarse con el terreno natural y

la vegetación exterior. La proyección de las repisas se realiza para generar las rampas de acceso a éstas, con pendientes menores a 25%. Es importante colocar la vegetación necesaria que enlace la proyección de las repisas con la vegetación natural. La altura de colocación debe ser de al menos 0.3 m por arriba del NAMO y a una distancia mínima del techo de la obra de 0.5 m. El ancho mínimo de las repisas es de 0.3 m y debe soportar un peso de al menos 15 kg. No se recomienda el uso de repisas metálicas pues son muy sensibles a la oxidación al colocarse en drenajes que lleven agua buena parte del año. Asimismo, el metal, debido a que es un material que aumenta o reduce su temperatura drásticamente de acuerdo con la temperatura medioambiental, puede ser un factor repulsivo para ciertas especies.

Para el desplazamiento de fauna mediana y grande se deben implementar banquetas de concreto o mampostería duraderas y resistentes al caudal, garantizando que el área hidráulica de la obra no se vea afectada. Se colocan en la base de las paredes laterales y se proyectan hacia afuera del paso, hasta conectarse con el terreno natural y la vegetación exterior. Las banquetas deben tener sus rampas de acceso con pendientes menores a 25%. Es importante colocar la vegetación necesaria que enlace estas banquetas con la vegetación natural más próxima en el sitio (fuera del cauce de agua). Deben contar con una cubierta de suelo natural y hojarasca con un espesor mínimo de 0.15 m, ya que algunas especies evitan desplazarse sobre el concreto. La altura de la banqueta dependerá del cálculo del caudal máximo, considerando que al menos la banqueta se ubique a 0.3 m por encima del Nivel de Aguas Mínimas (NAmín). El ancho mínimo de las banquetas es de 0.4 m.

Con la finalidad de que las banquetas permanezcan secas la mayor parte del año se recomienda que su nivel final se ubique 0.3 m por encima del NAmín.



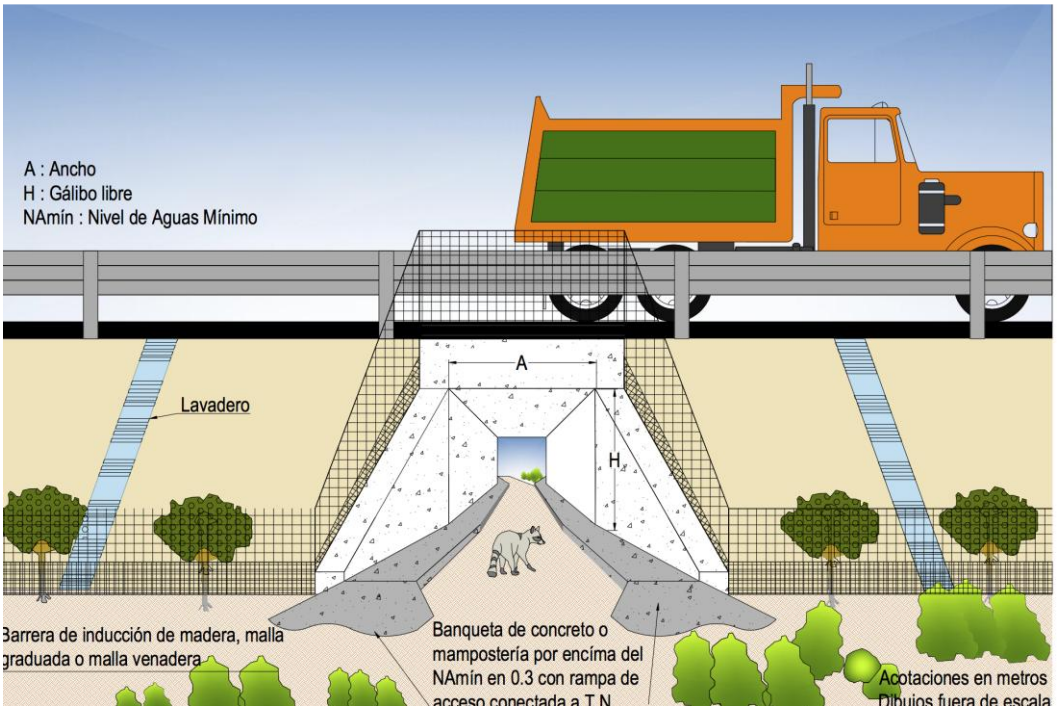


Figura 14. 1) implementación de repisas. 2) Banquetas en una obra de drenaje para función mixta

h) Posibles variaciones a la propuesta base

Una alternativa a la construcción de banquetas laterales de hormigón es la instalación de plataformas elevadas (por ejemplo, de madera tratada) situadas por encima del nivel del agua y ancladas a las paredes o a la parte superior de la estructura.

Si se requiere la adaptación de un drenaje ya existente construido en acero corrugado, se recubrirá completamente su base con hormigón.

A continuación se señalan algunas recomendaciones adicionales para adaptar las obras de drenaje a diversas formas, tamaños y modo de desplazamiento de los organismos.

Herpetofauna: Estos pasos para fauna pueden ser también utilizados por especies pequeñas de herpetos (anfibios y reptiles), los que podrán circular tanto por las repisas como por las banquetas de estas obras. Para promover su uso por estos animales se sugiere observar lo siguiente:

a) Conservar condiciones microambientales que promuevan el desplazamiento de algunos reptiles y anfibios mediante la colocación de herbáceas que formen macollos entre los que puedan ocultarse y desplazarse, particularmente en los sitios de conexión con las repisas y banquetas.

b) Cubrir las banquetas con material lodoso y hojarasca.

Mamíferos pequeños

a) Colocar (fuera del cauce) refugios hechos con troncos o rocas e hileras de herbáceas en la vegetación natural próxima a la obra de drenaje adaptada para función mixta para facilitar el desplazamiento de pequeños mamíferos hacia la entrada del paso.

b) El acceso a los túneles de estas obras no debe estar obstruido. Es importante brindar el mantenimiento necesario para evitar azolves y obstrucciones con objetos de mediano o gran tamaño que pueda llevar el agua, como se señala en el apartado correspondiente a la conservación de los pasos para fauna.

Mamíferos voladores

a) Este tipo de estructuras pueden ser adecuadas para formar colonias de maternidad o sitios de percha de las especies de murciélagos pequeños y de vuelo ágil y raso, como Rhinolophus spp., Myotis spp. Y Plecotus spp. Para ello se requiere dejar la superficie superior de la obra con una textura gruesa utilizando lances de concreto con pequeñas gravas adheridas para formar una superficie rugosa y gotas de concreto de la cual puedan prenderse cabeza abajo los murciélagos.

b) Es importante señalar que las obras de drenaje que se destinen para zonas de maternidad o percha de murciélagos muy probablemente no serán utilizadas por otros mamíferos mientras en su interior se encuentren estos quirópteros.

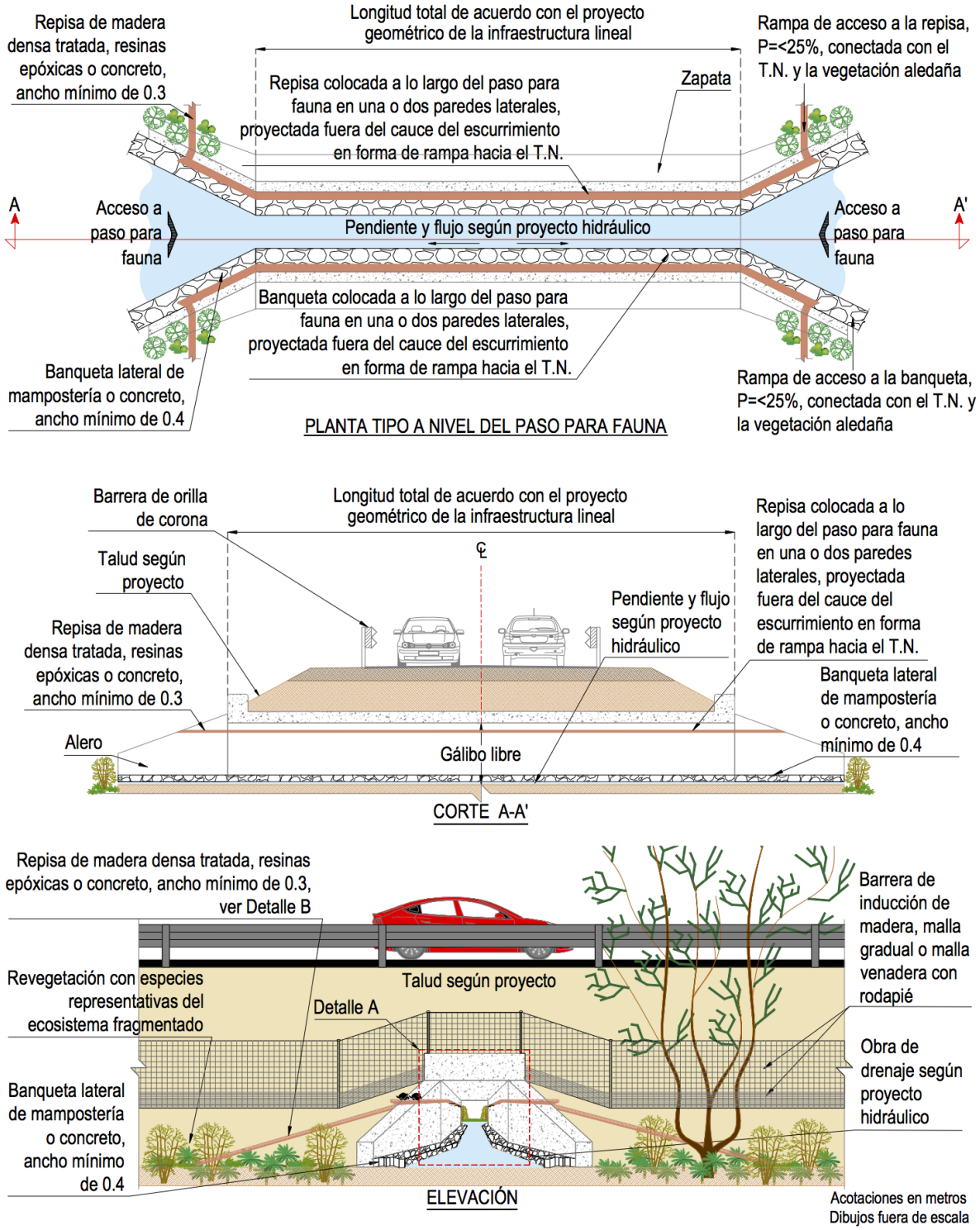


Figura 15. Planta tipo, corte A-A´y elevación de obra de drenaje adaptada

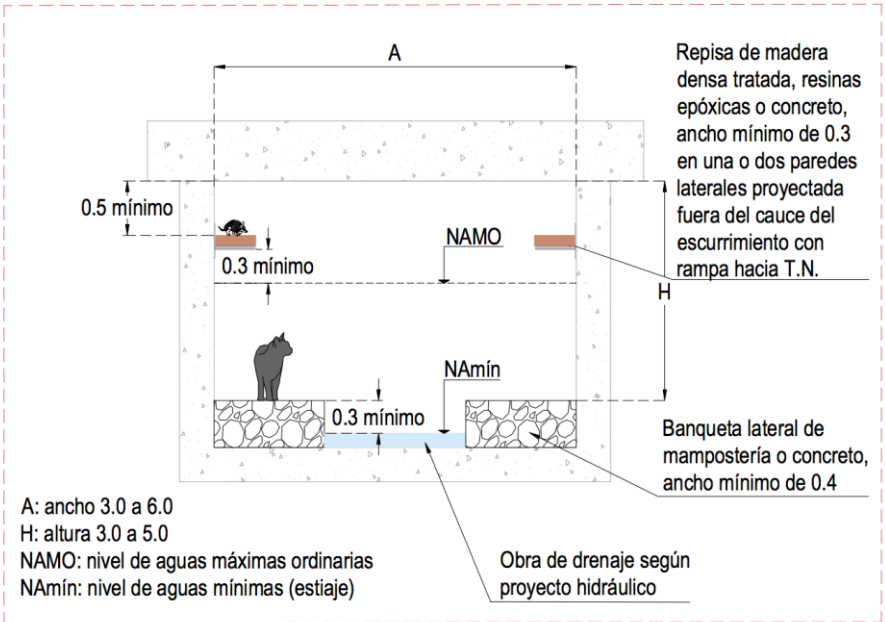


Figura 16. Detalle de obra de drenaje adaptada para función mixta mediante losa

i) Mantenimiento

- Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cerramiento perimetral para detectar y corregir la aparición de desperfectos.
- Se programarán las tareas de mantenimiento habituales, en las que se retirarán los residuos, acopios de material, u otros elementos que obstaculicen el paso.

VI. Indicadores de desempeño y éxito de las acciones

Los indicadores de desempeño son métricas que evalúan el rendimiento de una acción y o actividades en comparación con un conjunto de objetivos preestablecidos o resultados esperados en un período de tiempo específico.

En ese sentido se plantean como indicadores de desempeño y éxito de la adecuación de obras de drenaje el monitoreo de pasos de Fauna que permitirá visibilizar si son usados o no por la Fauna asi como el índice de Atropello que nos permite identificar los puntos críticos de percances con la Fauna.

Dado que las obras de drenaje se adecuarán durante la construcción del proyecto, no se podrá modificar su posición o distribución, asi mismo los patrones de movilidad de la Fauna no se pueden definir con exactitud se proponen en una sección anterior vallados para dirigir a la Fauna a hacer usos de los pasos de establecidos, pero en los casos en que existan

incidentes recurrentes de atropello se colocaran la señalización adecuada para evitar percances.

VI.1 Monitoreo de pasos de fauna

El monitoreo de la fauna silvestre antes y después de la construcción de infraestructura carretera, es un elemento clave en la selección de estructuras de pasos de fauna óptimos, así como la evaluación de su éxito. El monitoreo puede basarse en evaluaciones simples de la presencia de fauna en el tramo carretero hasta procesos ecológicos complejos y funciones de los paisajes de importancia para la conservación.

VI.2 Monitoreo con cámaras trampa

Las cámaras trampas registran fotos de la fauna silvestre, con las que se obtiene datos de ocurrencia (Long et al. 2012). Estas cámaras se pueden programar para que detecten animales que se encuentren cerca o que están en el cruce, circulando por un camino, o en áreas mayores cuando se disponen sistemáticamente en un área específica para su monitoreo. Las cámaras permiten una identificación precisa de las especies, pueden permanecer trabajando por largos periodos de tiempo e instalarse en cualquier época del año, registran animales de forma permanente y se obtienen fotos para el conocimiento y la difusión de su presencia. Una ventaja de las cámaras trampas sobre los estudios con huellas es que las especies pueden ser identificadas individualmente, cosa que permite realizar análisis más detallados (Maffei et al. 2011; Polisar et al. 2014). Además, muchos de los equipos de foto trampeo actuales permiten grabar video con los que se obtiene más información respecto al comportamiento animal, los cuales incluyen los intentos fallidos de cruzar las estructuras o velocidad del animal cruzando.

Para el presente proyecto se llevará a cabo la instalación de equipo de foto trampeo los cuales serán dispuestos justo al terminar las obras de drenaje y se mantendrán funcionando por un periodo de tres años durante los cuales se realizarán revisiones del equipo cada dos meses. El uso de este tipo de tecnología permitirá evidenciar el éxito de cada paso, para ello se calculará el Índice de frecuencia relativa (capturas/1000 días trampa).

VI.3 Registro de huellas mediante registro de trampas huellas

Las huellas de mamíferos se usan para confirmar su presencia, además de documentar sus movimientos para apoyar datos sobre medidas de mitigación, y potencialmente, tendencias poblacionales (Clevenger et al., 2002; Ng et al., 2004, Long et al., 2012). Las parcelas de huellas se instalan con diversos materiales (ej. Con el sustrato disponible en el suelo, agregando arena, una mezcla de arena y limo o polvo de mármol) que es depositado en

una parcela lineal en la entrada de una alcantarilla o dentro de la misma (Mata et al. 2005; Clevenger y Huijser 2011). Las parcelas de huellas dentro de las alcantarillas o debajo de las estructuras de cruce protegen las huellas de ser borradas por el viento o la lluvia, obteniendo datos confiables cuando son revisadas y barridas cada 3 a 4 días (Clevenger y Huijser 2011). Dependiendo de la disponibilidad de medios para estudiar huellas, esta técnica es de bajo costo y no precisa mayor tecnología, aunque el reconocimiento y registro de las huellas requiere de personal capacitado.

En el presente proyecto, en las estructuras de drenaje se colocará una franja de tierra fina, arena o una composta de yeso con arena o cal con arena (40-60%), las dimensiones de las franjas serán variables, pero se recomienda que su longitud sea igual al ancho del paso, su espesor será de 15 cm a cada lado del eje de la carretera. Se deben colocar en los accesos del paso y en su parte central.

Las trampas se revisarán cada 3 a 4 días una vez terminados los pasos de fauna y una vez por mes durante tres años, a partir de que entre en operación la carretera. Cada una de las huellas será identificada y registrada en una base de datos para posteriormente llevar a cabo el análisis de estas. Para comparar los índices de uso de pasos de fauna y estructuras de drenaje, se parte de la siguiente fórmula propuesta por Mata et al. (2006):

$$IU = \frac{(\frac{n_{ij}}{e_j})}{(\frac{N_i}{E})}$$

Dónde:

nij= número de observaciones por día para una especie i (o para el conjunto de ellas) en un tipo de estructura j;

ej= número de estructuras del tipo j;

Ni = número de observaciones por día para una especie (o para el conjunto de ellas) en el total de estructuras

E = número total de estructuras monitoreadas.

Los valores cercanos a 1 indican un mayor uso de las estructuras, mientras que los valores cercanos a 0 señalan poco uso de ellas

VI.4 Índice de atropello

Se monitoreará el índice de atropellamiento durante tres años partir del inicio de la operación de la vialidad. Se calculará el índice de fauna atropellada como parámetro del uso de pasos de fauna. Se harán recorridos periódicos a pie o en vehículos el transecto (carretera) se recorrerá a una velocidad promedio de 20-30 km/h (en algunos casos se debe considerar la velocidad mínima establecida). Los recorridos se deberán llevar a cabo cada cuatro días, durante tres días seguidos Los horarios recomendados van de las 5:00 a las 7:00 horas, y de las 18:00 a las 22:00 horas, debido a que investigaciones previas han demostrado que son los picos de mayores registros debido al comportamiento de las especies (nocturnos crepusculares; Arévalo y Pomareda, 2013; Araya-Gamboa y Salom-Pérez, 2013).

Además del muestreo en vehículo y con el fin de poder detectar especies más pequeñas como anfibios y reptiles, se realizan muestreos diurnos a pie (combinando con el recorrido diurno en vehículo), según sea el tamaño del transecto a monitorear. Para ello se instalan parcelas fijas de 100 x 10 m, cada 3 kilómetros.

Cada observación se identificará en la medida de lo posible la especie, el tipo de evento ya sea atropello, avistamiento o rastro (huellas, heces o pelos), las coordenadas con el GPS, se tomarán fotografías, se anotará la fecha y la hora, y las variables topográficas, esto con el fin de caracterizar los sitios de colisiones.

Los datos obtenidos se deberán ingresar en una base de datos, con los cuales se generarán mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), los cuales proporcionarán imágenes precisas de las zonas con mayor densidad de atropellamientos, así como posibles puntos de conflicto en el área de influencia del proyecto (Puntos negros). La localización y frecuencia de los atropellamientos registrados y sus índices asociados servirán de referencia para analizar y comparar los índices de atropellamiento del proyecto, una vez que hayan sido construidas las obras de drenaje y/o pasos de fauna.

El parámetro utilizado para cuantificar la frecuencia de atropellos es el Índice kilométrico de abundancia (IKA; Ferry y Frochot, 1958). Que corresponde a una medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos, de manera que permite comparar tramos de diferente longitud.

IKA= No. De atropellos / (No. De km * No. Recorridos)

El índice de atropellamientos permite conocer en qué puntos de la carretera o en qué carreteras ocurre con mayor frecuencia este fenómeno, qué especies son más vulnerable y frecuentes en los incidentes carreteros y en que temporadas es más común observar el fenómeno.

VI.5 Valuación de la migración

El método de captura-recaptura consiste en la estimación del número de sujetos que pertenecen a un grupo determinado, utilizando para ello la captura de individuos, marcaje, liberación y un posterior Re-muestreo para ver qué fracción de los individuos en la muestra llevan marcas y por ende el número de individuos que migraron.

Marcar un grupo de individuos una vez, liberarlos, recapturar individuos después de un corto tiempo. La segunda muestra debe ser tomada al azar, es decir, los individuos marcados y no marcados tengan la misma probabilidad de la captura. Se usa la siguiente ecuación para la estimación del tamaño poblacional.

Ň/M = C/R

Por tanto:

$$\check{N} = CM/R$$

Donde,

M = número de individuos marcados en la primera muestra.

C = Número de individuos capturados en el segundo muestreo.

R = Número de individuos con marcaje en el segundo muestreo.

Ň = Estimación del tamaño de la población al tiempo de poner la marca.

El marcaje permite identificar los animales de manera más fácil al momento de realizar el seguimiento y el monitoreo (Mellor et al. 2004; Silvy et al. 2012). En el siguiente cuadro se presentan los marcajes más utilizados, así como sus ventajas y desventajas.

Cuadro 17. Técnicas de marcaje

Tipo de marcaje	Grupo	Ventajas	Desventajas	Referencia
Pinturas y tintura (Semipermanente)	Mamíferos Aves Reptiles	Utilizados estudios de corta duración Fácil visualización a distancia Bajo costo	Tóxicos. Generar alteraciones en la piel donde se aplica. Corta duración. Requiere remarcar los animales	Mellor et al. (2004) Silvy et al. (2012)
Pigmento fluorescente (Semipermanente)	Mamíferos Reptiles	Utilización en animales nocturnos Observación fácil en la oscuridad	Puede ser toxico y puede generar la muerte del individuo Necesario una lámpara de luz ultravioleta o de luz blanca	Silvy et al. (2012)

Tipo de marcaje	Grupo	Ventajas	Desventajas	Referencia
Etiquetas o tags (Semipermanente)	Mamíferos Aves Reptiles	Fácil de observar	Etiquetas de gran tamaño pueden generar efectos negativos. Se puede desprender dependiendo de su tamaño, material, forma, posición, sitio anatómico, comportamiento del animal Necesita restricción física o química para colocarlo.	Silvy et al. (2012)
Collar expandible (Semipermanente)	Mamíferos Aves	Fácil de observar	Puede impedir su circulación sanguínea, respiración o alimentación. El animal puede quedar enredado en el collar y ahogarse.	Silvy et al. (2012)
Radio collar (Semipermanente)	Mamíferos Aves Reptiles	Seguimiento remoto de los animales liberados en una gran área.	Puede enredarse quedando los individuos atrapados y/o asfixiados. Requiere entrenamiento técnico para el manejo de los equipos. Costoso.	Mellor et al. (2004) Silvy et al. (2012)
Anillo (Permanente)	Aves	Anillos de metal permiten determinar la entidad anilladora con su país de origen	Pueden generar lesiones a nivel de la tibia	Pinilla (2000)

Estas técnicas permiten determinar rangos de acción, desplazamientos, usos del hábitat y obtener información directa del comportamiento del animal en el medio silvestre, que validan la eficacia de la rehabilitación, reintroducción y su adaptación al medio. Las técnicas más utilizadas son la radiotelemetría (telemetría por tierra, satelital por sistemas de posicionamiento global) (Silva & Opps, 2011), cámara trampa (Chávez et al. 2013), la observación directa y las trampas de huellas y rastros (Aranda, 2012).

VI.6 Medidas para disminuir la mortalidad

Para disminuir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre en los tramos del proyecto donde se detecten gran mortalidad, se colocarán las siguientes estructuras:

- Pasos de fauna, cercos inductivos, así como rampas de escape para aquellas especies que logren acceder a la infraestructura y no queden atrapados en ella.

- Las obras de drenaje que sean seleccionadas para cumplir su función de pasos de fauna se les deberá de dar mantenimiento y deberán ser desazolvadas de manera constante para que no se impida el paso de fauna silvestre y funcionen de manera efectiva.
- Señalamientos preventivos sobre la presencia de fauna en la carretera, estas señales se instalarán por lo menos 1 cada 500 metros debido a las características y longitud del tramo a modernizar.
- Estructuras para reducir la velocidad vial en los tramos donde se detecte gran incidencia de muerte de fauna por atropellamientos, eso siguiendo la N·PRY·CAR·10·04·006/08 Dispositivos para el control de la velocidad.

- Donde siga habiendo una alta incidencia de muerte de fauna por atropellamientos se instalarán vallados perimetrales. De acuerdo con lo establecido por Magrama (2015).

VI.7 Señalización de advertencia

a) Características y prescripciones básicas

Las señales que indican la presencia de fauna son un medio costo-efectivo de reducir las colisiones en las carreteras. Las señales sirven como una advertencia para el público en general y para los trabajadores durante la construcción y operación de una vía. Ellas alertan a las personas sobre la necesidad de reducir la velocidad al pasar por áreas de actividad de la vida silvestre.

La señal vertical normalizada que advierte de la probable irrupción de fauna silvestre en la vía es poco efectiva debido a su profusa utilización en muchísimos tramos de carreteras. Por ello se aplican paneles especiales para reforzar el mensaje de advertencia.

Cabe destacar que todas las señales deberán ajustarse a la normativa de señalización y, cuando se utilicen elementos singulares, se requerirá la autorización previa de los organismos competentes.

En los tramos en los que se haya detectado un alto índice de accidentes causados por colisiones con grandes mamíferos se puede reforzar la señalización de advertencia mediante los siguientes métodos:

- Añadir señalización de limitación de velocidad.
- Colocar la señal de advertencia sobre paneles de fondos de color llamativo.
- Incorporar señales luminosas, preferentemente destellantes.
- Aplicar señalización horizontal, indicando en el pavimento la entrada en un tramo con alto riesgo de cruce de fauna silvestre.

En los tramos en los que exista un período de mayor conflictividad por colisión con ungulados, se podrá optar por instalar o reforzar las señales de advertencia sólo en estos

períodos. De este modo se consigue aumentar la efectividad del mensaje y alertar a los conductores no habituados a su presencia.

b) Señales con sensores de detección de fauna

Otro sistema alternativo, con un coste más elevado y no pocas dificultades técnicas para su aplicación, son las señales que emiten destellos luminosos de advertencia de peligro y de limitación de velocidad, activadas mediante sensores de detección de fauna. Estos sensores detectan la aproximación de animales de gran tamaño (cérvidos, osos, etc.) a distancias que pueden alcanzar los 200 m, gracias a las diferencias térmicas entre el cuerpo del animal y su entorno, o por el movimiento.

La efectividad de estas señales se basa principalmente en que no advierten de un riesgo potencial sino de un peligro real, por la presencia de animales en las proximidades de la calzada.

- Para aumentar su efectividad deberá informarse a los usuarios de las vías mediante paneles informativos del funcionamiento de los dispositivos.
- Una limitación importante para el uso de este sistema es que sólo puede aplicarse en zonas relativamente llanas y con vegetación arbustiva y herbácea, que no interpongan obstáculos entre los animales y los sensores.
- Estos dispositivos requieren mantenimiento y controles periódicos frecuentes.



Figura 32. Señales de cruce de fauna silvestre

El funcionamiento y las adecuaciones de los pasos de fauna dependen de varios factores y particularidades de la zona del proyecto, así como de las especies de fauna silvestre que estén involucradas, su instalación, el monitoreo del uso de estos y el monitoreo de la mortalidad por atropellos debe contar con el asesoramiento de biólogos para adaptar las recomendaciones generales a cada situación particular

VII. Catálogo de conceptos

VII.1 Requerimiento de personal, materiales y equipo

La construcción de pasos de fauna no implica más maquinaria, equipo o personal que el requerido para la construcción de la misma vialidad. El monitoreo en campo de fauna comenzará al entrar en operación la vialidad, es necesario además contar con equipo básico para el levantamiento de los registros de los animales encontrados. A continuación, se muestra una lista de estos:

- •GPS
- •Cámara fotográfica
- •Regla mediana
- •Cámaras trampa
- •Memorias SD
- •Cinta métrica
- •Caja herramientas
- •Navaja
- •Lámparas de cabeza
- •Mapa del camino
- •Permiso
- •Encuestas
- •Guías de campo
- •Camioneta
- •Lápiz/lapicero
- •Flaging tape
- •Yeso
- •Brújula
- •Machete
- •Hojas de registro
- •Cernidores
- •Bolsas para heces
- •Bolsas ziploc
- •Guantes de látex
- •Baterías (AA/AAA)
- •Personal especializado

VII.2 Memoria de cálculo

El monto requerido para las actividades contempladas en el presente documento es el siguiente:

Cuadro 18. Costos estimados por las actividades del programa

Concepto Herramientas y equipo	Cantidad	Costo unitario	Costo
Cuddeback X- Change Color	12	$6,980.00	$83,760.00
Binoculares Vortex Crossfire 12x50	3	$6,840.00	$20,520.00
GPS Garmin Etrex 10	3	$2,700.00	$8,100.00
Tarjetas de memoria SD KINGSTON (16 GB)	24	$180.00	$4,320.00
Cernidor	3	$1,200.00	$3,600.00

Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo
Herramientas y equipo			
Lampara Frontal Minero	3	$350.00	$1,050.00
Cámara fotográfica	3	$7,000.00	$21,000.00
Radio de dos vías t460mc - motorola negro	3	$2,905.00	$8,715.00
Subtotal			$151,065.00
Insumos			
Paquete de 40 pilas alcalinas AA	7	$350.00	$2,450.00
Papelería	1	$2,000.00	$2,000.00
Guantes Ambiderm de Nitrilo No Estéril	2	$144.00	$288.00
Guantes de carnaza	3	$70.00	$210.00
Guías de identificación de fauna silvestre	3	$3,000.00	$9,000.00
Bolsas plásticas	2	$200.00	$400.00
Malla de induccion	30	$15,900.00	$477,000.00
Cemento y agregados	54	$810.00	$43,740.00
Subtotal			$535,088.00
Honorarios			
TÉCNICOS DE CAMPO (honorario mensual)	32	$17,000.00	$544,000.00
Caudrilla albañileriA	25	$1,500.00	$37,500.00
Total			**$1,267,653.00**

Para las actividades del programa se espera una inversión aproximada de **$ 1,267,653 MXN (**Un millón doscientos sesenta y siete mil seiscientos cincuenta y tres pesos 00/100 M.N.**)**

IV. Programa de actividades a realizar

En el siguiente cuadro se presenta el diagrama con las actividades a realizar:

Cuadro 19. Diagrama de Gantt con las actividades del programa

Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción del camino												
Construcción de pasos de fauna												

Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Operación de la vialidad (la operación de la vialidad será permanente)												
Monitoreo de uso de pasos de fauna												
Monitoreo del Índice de atropello												
Establecimiento de medidas de reducción de atropellamientos												
Mantenimiento de vialidad, obras de drenaje y pasos de fauna (El mantenimiento será permanente)												

V. Responsable de las acciones

El responsable de las acciones de la construcción de los pasos de fauna será la promovente, SICT Centro Guerrero.

En el momento de la construcción se debe contar con un especialista en fauna silvestre para asesorar en cuanto a las particularidades que vayan presentándose a lo largo del proyecto es recomendable contar con un:

Consultor Ambiental. Es responsable de la implementación los lineamientos técnicos propuestos. Es el encargado de identificar las áreas frágiles y la fauna silvestre vulnerable ligadas al proyecto vial.

Biólogo. Es el encargado de realizar la investigación científica para identificar los cruces de vida silvestre en el proyecto vial y de recomendar las medidas para disminuir el impacto Vial en la fauna silvestre y supervisar su implementación.

Las Comunidades deben incorporarse en todo el proceso (validación, fiscalización, educación ambiental, y monitoreo y rescate de vida silvestre) para que sus opiniones sean tomadas en cuenta, ya que poseen derecho de origen. En este punto están incluidos los grupos organizados, las asociaciones de desarrollo y las municipalidades.

Conductores. Deben participar en los programas de Educación ambiental y Monitoreo de fauna silvestre. Además, deben cumplir con las medidas que les correspondan para disminuir el impacto vial en la vida silvestre.

VI. Bibliografía

Álvarez, T. F., Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. El escenario geográfico. Recursos Naturales, 241-257.

Araya-Gamboa, D. y R. Salom-Pérez. 2013. Método para la identificación de pasos de fauna sobre la Ruta 415 dentro del Subcorredor Biológico “Paso del Jaguar”. Panthera-Costa Rica. 39 pp.

Arévalo, E. y E. Pomareda. 2013. El Impacto de la Carretera Interamericana Norte Sector Cañas-Liberia en la Mortalidad de Fauna Silvestre antes y durante la Ampliación a Cuatro Carriles. Resultados preliminares. Guanacaste, Costa Rica. 48 pp.

Benítez-López A., Alkemade R., Verweij P.A. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. Biological Conservation. 143, 1307–1316.

Button, K. y D.A. Hensher. 2001. Handbook of transportation systems, Pergamon Press, New York.

Beckmann, J. P., A. P. Clevenger, M. P. Huijser, y J. A. Hilty, editors. 2010. Safe passages: highways, wildlife and habitat connectivity. Island Press, Washington DC, USA.

Clevenger, A.P., B. Chruszcz, y K.E. Gunson. 2001. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. Journal of Applied Ecology 38: 1340-1349.

Clevenger, A. P., B. Chruszcz, K. Gunson, y J. Wierzchowski. 2002. Roads and wildlife in the Canadian Rocky Mountain Parks - movements, mortality and mitigation. Final report (October 2002). Report prepared for Parks Canada, Banff, Alberta, Canada.

Clevenger A.P., A.T. Ford. 2010. Wildlife crossing structures, fencing, and other highway design considerations. En: Beckmann J.P., Clevenger A.P., Huijser M.P., Hilty J.A. (Eds.), Safe Passage: Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity. Island Press, Washington, pp. 17-49.

Clevenger, A. P., y M. P. Huijser. 2011. Wildlife crossing structure handbook, design and evaluation in North America. Publication Number FHWA-CFL/TD-11-003. Federal Highway Administration, Washington DC, USA.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C., México.

Escalante, T. 2003. Patrones Biogeográficos de la mastofauna mexicana. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Ferreras, P., J. J. Aldama, J. F. Beltran, y M. Delibes. 1992. Rates and causes of mortality in a fragmented population of Iberian lynx Felis pardinus Temminck, 1824. Biological Conservation 61:197–202.

Ferry, C. y B. Frochot. 1958.- Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. La Terre et la Vie.

Forman, R.T.T., D. Sperling, J. Bissonette, A. Clevenger, C. Cutshall, V. Dale, L. Fahrig, R. France, C. Goldman, K. Heanue, J. Jones, F. Swanson, T. Turrentine and T. Winter. 2003. Road ecology: Science and solutions. Island Press, Washington, D.C.

Fuller, T. K. 1989. Population dynamics of wolves in North-Central Minnesota. Wildlife Monographs 105:3–41.

Flores–Villela, O. y P. Gérez 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO–UNAM. México, D. F.

Gerlach, G., y K. Musolf. 2000. Fragmentation of landscape as a cause for genetic subdivision in bank voles. Conservation Biology 14:1066–1074.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley y Sons, New York. Vol 2. 1181+90 p.

Howell, T. R. 1969. Avian Distribution in Central America. Auk. 86: 293-326.

Jaeger, J. A., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., ... y von Toschanowitz, K. T. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. Ecological modelling,185(2-4), 329-348.

Lay, M.G. 1992. Ways of the world. Rutgers University Press, New Brunswick, N.J.

Long, R. A., MacKay, P., Ray, J., y Zielinski, W. (Eds.). 2012. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press.

Mata, C., I. Hervás, J. Herranz, F. Suárez, J. E. E. Malo, I. Hervas, y F. Suarez. 2005. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. Biological Conservation 124:397–405.

Mata, C. I, Hervas, I., F., Suarez, J. Herranz, J. E. Malo, J. Chacón, J. M. Varela. 2006. Análisis de la efectividad de los pasos de fauna en un tramo de la autovía de las Rías Bajas (A-52). Ingeniería Civil. Núm. 42.

Magrama (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) 2015. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139 pp. Madrid. España.

Maffei, L., J. Polisar, R. Garcia, J. Moreira Ramírez, y A. Noss. 2011. Perspectives from ten years of jaguar camera trapping in Mesoamerica. Mesoamericana 49–59.

Mendoza Sánchez, J. F., y Marcos Palomares, O. A. 2016. Observatorio de movilidad y mortalidad de fauna en carreteras en México. Publicación Técnica, (454).

Mills, L. S., y R. Y. Conrey. 2003. Highways as potential barriers to movement and genetic exchange in small mammals. Final report. FHWA/MT-02-013/8152. Federal Highway Administration, Helena, Montana, USA.

Navarro-Sigüenza, A.G., A.T. Peterson. 2004. An alterna¬tive species taxonomy of Mexican birds. Biota Neotropical 4(2)1-32.

Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo- Martínez, A. Townsend-Peterson, H. Berlanga-García, L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85: S476- S495.

NOM-ECOL-059-2010 que Determina las Especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que Establece Especificaciones para su Protección. (Publicada en el D.O.F. de fecha 30 de Diciembre de 2010).

Noss, R. F., H. B. Quigley, M. G. Hornocker, T. Merrill, y P. C. Paquett. 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. Conservation Biology 10:949–963.

Ng, S. J., J. W. Dole, R. M. Sauvajot, S. P. D. Riley, y T. J. Valone. 2004. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. Biological Conservation 115:499–507.

Ortega J, y Arita, H. 1998. Neotopical-Nearctic limits in Middle America as determined by distributions of bats. Journal of Mammalogy 79(3): 772-783.

Ortega, Y. K., y Capen D. E. 1999. Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. The Auk 116:937–946.

Polisar, J., T. G. O'Brien, S. M. Matthews, J. P. Beckmann, E. W. Sanderson, O. C. Rosas-Rosas, C. A. López-González, y T. G. O. Brien. 2014. Review of Jaguar Survey and Monitoring Techniques and Methodologies. Wildlife Conservation Society final report to the U.S. Fish and Wildlife Service in response to Solicitation F13PX01563, submitted March 27, 2014. 110 pp. plus appendices.

Rytwinski T., R. Van der Ree, G.M. Cunnington, L. Fahrig, C.S. Findlay, J. Houlahan, et al. 2015. Experimental study designs to improve the evaluation of road mitigation measures for wildlife. Journal of Environmental Management, 154:48–64.

Riley, S. P., Pollinger, J. P., Sauvajot, R. M., York, E. C., Bromley, C., Fuller, T. K., y Wayne, R. K. 2006. FAST-TRACK: A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. Molecular ecology, 15(7), 1733-1741.

Robinson, J. 1971. Highways and our environment. McGraw-Hill, San Francisco, CA.

Strasburg, J. L. 2006. Roads and genetic connectivity. Nature 440:875–876.

Swihart, R. K., y Slade, N. A. 1984. Road crossing in Sigmodon hispidus and Microtus ochrogaster. Journal of Mammalogy, 65(2), 357-360.

Yanes, M., J.M. Velasco y F. Suárez, F. 1995. Permeabilit of roads and railways to vertebrate: the importance of culverts. Biological Conservation 71:217-222.

Van der Ree R., D.J. Smith, C. Grilo. 2015. Handbook of Road Ecology.Wiley-Blackwell; Oxford, p. 552.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) Y Gobierno del estado de Oaxaca.2022. La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. CONABIO. Mexico

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN FORESTAL, DE SUELOS Y CUERPOS HÍDRICOS

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN 1

I.1. Objetivos 1
I.1.1. General 1
I.1.2. Específicos 2

I.2. Alcances 2

II. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO EN LA RE DEL PROYECTO 2
II.1.1. Superficies del proyecto y uso actual del suelo 7
II.1.2. Vegetación en el área del proyecto 11
II.1.3. Obras de drenaje 19
II.1.4. Composición florística de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área de Proyecto 20

II.2. Ubicación delimitación, características ambientales y extensión de los polígonos que serán motivo de labores de reforestación y conservación y restauración de suelos 29

III. ACCIONES DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS 34

III.1. Metodología 34
III.1.1. Reconformación de la topografía 35
III.1.2. Diseño de la plantación 35
III.1.3. Abastecimiento de plántula 36
III.1.4. Endurecimiento y transporte 39
III.1.5. Plantación 40
III.1.6. Protección 40
III.1.7. Mantenimiento 41

III.2. Número de individuos por especies a utilizar 42

III.3. Características biológicas de las especies a utilizar 44

III.4. Medidas de corrección en caso de supervivencia menor al 80% de individuos plantados en los sitios definitivos 46

IV. OBRAS O ACTIVIDADES DETERMINADAS PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS 47

IV.1. Obras propuestas para la conservación de suelos 50

IV.1.1. Limpieza y restauración de superficies contaminadas con residuos sólidos, residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos 50
IV.1.2. Residuos sanitarios 51
IV.1.3. Áreas de almacenamiento de residuos solidos 52
IV.1.4. Áreas de apilamiento de suelo y residuos vegetales 53
IV.1.5. Construcción de terrazas de seto o cerco vivo, terrazas de formación sucesiva, terrazas individuales. 54

V. ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CUERPOS HÍDRICOS 56

V.1. Características ambientales de las áreas donde se registró la presencia de corrientes de agua. 57

V.2. Obras longitudinales de conservación de suelo y agua 62

V.3. Obras y acciones para la protección de los cuerpos hídricos 64
V.3.1. Monitoreo periódico de los cuerpos de agua presentes en el proyecto 68
V.3.2. Supervisión Ambiental 68

VI. INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL PROGRAMA 68

VI.1. Reforestación 68

VI.2. Conservación de suelos 70

VI.3. Conservación de recursos hídricos 71

VII. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO 72

VII.1. Requerimiento de equipo y materiales 73

VII.2. Memoria de calculo 75
VII.2.1. Reforestación 75
VII.2.2. Conservación de suelos 76
VII.2.1. Protección de recursos hídricos 77

VIII. PROGRAMA DE ACTIVIDADES 78

IX. RESPONSABLE DE LAS ACCIONES 78

IX.1. Reforestación 78

IX.2. Conservación de suelos y protección de recursos hídricos 79

X. BIBLIOGRAFÍA 80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas cada 250 m del eje troncal 3
Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje ramal 4
Cuadro 3. Dimensiones del proyecto 6
Cuadro 4. Propiedades de la RE delimitado 7
Cuadro 5.-Características de largo y amplitud de eje 8
Cuadro 6.-Superficie del Derecho de Vía 8
Cuadro 7.- Coordenadas del proyecto 8
Cuadro 8. Características particulares del camino existente 8
Cuadro 9.- Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto 9
Cuadro 10.- Dimensiones del proyecto 9
Cuadro 11.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto 10
Cuadro 12.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente 10
Cuadro 13.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI 11
Cuadro 14.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo 13
Cuadro 15.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 15
Cuadro 16.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto 15
Cuadro 17.- Características de los puentes 19
Cuadro 18.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación. 21
Cuadro 19. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo 22
Cuadro 20.Composición florística de la Vegetación de Bosque de Encino en el Área de Influencia 23
Cuadro 21. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia 23
Cuadro 22. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto 24
Cuadro 23 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de pino encino en la RE 24
Cuadro 24. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo 25
Cuadro 25.Composición florística de la Vegetación de Pino Encino en el Área de Influencia 26
Cuadro 26. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia 26
Cuadro 27. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto 28

Cuadro 28. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Region Ecológica 29
Cuadro 29. Coordenadas de las áreas de reforestación 32
Cuadro 30. Densidad promedio por hectárea y tipo de ecosistema 42
Cuadro 31. Superficie objeto del programa de reforestación..... 43
Cuadro 32. Especies y cantidad de planta a adquirir para el programa de reforestación . 43
Cuadro 33. Características de las especies propuestas..... 45
Cuadro 34. Distribución de superficies del RE, AI y AP con respecto a la edafología 47
Cuadro 35. Tipos de erosión presentes en el RE, AI y AP 49
Cuadro 36. Región hidrológica presentes en la RE, AI y AP 57
Cuadro 37. Cuenca hidrológica presentes en la RE, AI y AP 58
Cuadro 38. Subcuencas hidrológicas presentes en el SAR, AI y AP..... 60
Cuadro 39. Microcuencas hidrológicas presentes en la RE, AI y AP..... 61
Cuadro 40. Escurrimientos presentes en la zona del Proyecto 62
Cuadro 41. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de preparación del sitio 63
Cuadro 42. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de construcción63
Cuadro 43. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de operación y mantenimiento 64
Cuadro 44. Medidas de mitigación ambiental propuestas para recursos hídricos 65
Cuadro 45. Cuadro de seguimiento a obras de monitoreo. 71
Cuadro 46. Estimación de costos de las actividades de reforestación 76
Cuadro 47. Estimación de costos de las actividades de conservación de suelos..... 76
Cuadro 48. Estimación de costos de las actividades de protección de recursos hídricos. 77
Cuadro 49. Diagrama de Gantt con las actividades del programa..... 78

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto 4
Figura 2. Microlocalización del proyecto 5
Figura 3. Sección tipo 6
Figura 4. Region Ecológica delimitada..... 7
Figura 5.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén 10
Figura 6.- Uso de suelo y vegetación según INEGI..... 11
Figura 7.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo..... 14
Figura 8.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo..... 15
Figura 9.- Polígonos forestales 1 17
Figura 10.- Polígonos forestales 2 17
Figura 11.- Polígonos forestales 3 18
Figura 12.- Polígonos forestales 4 18

Figura 13.- Puentes del proyecto 19
Figura 14. Forma y tamaño de las unidades muéstrales 21
Figura 15. Áreas potenciales para la reforestación 34
Figura 16. Ejemplo de terraza individual (CONAFOR, 2023) 35
Figura 17. Ejemplo de Arreglo en tres bolillo 36
Figura 18. Esquema de vista superior y corte lateral del sistema español. 40
Figura 19. Unidades de suelo presentes en el SA y área de proyecto. 48
Figura 20. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a la degradación del suelo 49
Figura 21. Ejemplos de la colocación y rotulación de contenedores de residuos 51
Figura 22. Ejemplos de la utilización de sanitarios portátiles en la construcción de proyectos similares. 52
Figura 23. Ejemplo de la trituración y Composteo de material resultado del desmonte y despalme 54
Figura 24. Ejemplo de la protección del suelo con material resultado de la composta. 54
Figura 25. Esquema de terraza individual. 56
Figura 26.. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Región hidrológica 58
Figura 27.. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Cuenca hidrológica 59
Figura 28. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Subcuenca hidrológica 60
Figura 29. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a la microcuenca hidrológica. 61
Figura 30. Ubicación del SA y el AI con respecto a la hidrológica superficial. 62
Figura 31. Jerarquización de la cuadrilla de reforestación. 72
Figura 32. Jerarquización de la cuadrilla de conservación de suelos. 72
Figura 33. Jerarquización de la cuadrilla para protección de recursos hídricos. 73

I. Introducción

La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica. Por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales (SER, 2004).

De acuerdo con CONAFOR (2016) la restauración forestal es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para recuperar la salud, estructura y función de estos ecosistemas. Si bien las funciones y la estructura de los ecosistemas naturales pueden recuperarse de manera natural después de una perturbación natural o inducida de una extensión considerable la recuperación puede ser muy lenta o puedo no haber recuperación. Las acciones de restauración incluyen obras de conservación y restauración de suelos, protección de áreas reforestadas, reforestación y mantenimiento, entre otras. En ese sentido se plantea la estrategia de reforestación puesto que el objetivo prioritario es acelerar la recuperación. Sin embargo, se deben ejecutar una serie de pasos previo a plantar árboles, conformados por acciones de recuperación y protección de suelos para posteriormente realizar la reforestación.

La LGEEPA, en el Título Primero, Capítulo I, Art. 3ª, fr. XXIII, define como Restauración

Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

Fracción recorrida DOF 28-01-2011

Con el desarrollo de este programa se pretende exponer la serie de acciones, métodos y técnicas a ejecutar, con el fin de restablecer las condiciones que permitan la continuidad de los procesos naturales en el Sistema Ambiental.

I.1. Objetivos

I.1.1. General

Desarrollar un programa de restauración forestal donde se describan las acciones a realizar para impulsar el proceso de recuperación de la cubierta forestal que ha sido degradada o destruida para recuperar la integridad del sistema afectado por las actividades del proyecto.

I.1.2. Específicos

- Describir las estrategias y técnicas a través de las cuales se llevará a cabo el establecimiento de especies nativas mediante la reforestación.
- Describir las estrategias y técnicas para la conservación de suelos
- Describir las estrategias y técnicas para la protección de cuerpos de agua
- Construir indicadores para evaluar el éxito en las labores antes mencionadas que permitirán cuantificar resultados y tomar medidas necesarias para ayudar a la conservación de la biodiversidad y ecosistemas presentes en el sitio de proyecto.

I.2. Alcances

Derivado del análisis de la composición y estructura florística del área afectada por el CUSTF, en una superficie de Vegetación secundaria de bosque de pino-encino de 5.7714 ha y vegetación secundaria de bosque de encino 2.4810 ha, se plantea la ejecución de métodos para el manejo, transporte y conservación de cada uno de los ejemplares en el vivero, hasta que se lleve a cabo la reforestación en un área aledaña al proyecto; así como de las actividades de conservación y protección de suelos y componente hídricos

Se determinarán los índices que se emplearán para medir el éxito de la supervivencia de los individuos. Con la finalidad de garantizar que el impacto ambiental sea menor y sobreviva la mayor cantidad de ejemplares en condiciones semejantes a las que se encontraban.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajo en la RE del proyecto

El proyecto se localiza en el municipio de San Martín Peras, una de las 570 demarcaciones del estado de Oaxaca y parte del distrito de Juxtlahuaca. Su territorio limita al norte con Silacayoápam y San Francisco Tlapancingo; al este con San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; y al oeste con el municipio de Alcozauca, en el estado de Guerrero.

Administrativamente, el municipio —cuya cabecera es la localidad homónima— se integra por agencias municipales, de policía, colonias, rancherías y núcleos rurales. De acuerdo con el censo de 2020, San Martín Peras cuenta con 59 localidades, entre las cuales destacan Ahuejutla, La Escopeta y San Miguel Peras por su categoría de Agencias Municipales.

Cuadro 1. Coordenadas cada 250 m del eje troncal

Estación	X	Y
36+400	580612.926	1920508.56
36+650	580651.101	1920578.25
36+900	580620.652	1920694.29
37+150	580800.546	1920553.28
37+400	580921.802	1920610.67
37+650	580815.936	1920811.95
37+900	580633.111	1920956.22
38+150	580454.741	1921062.14
38+400	580272.831	1921222.51
38+650	580132.89	1921424.39
38+900	580181.944	1921502.75
39+150	580124.534	1921660.71
39+400	579937.937	1921823.15
39+650	580090.674	1921822.92
39+900	579890.453	1921963.02
40+150	579724.513	1922130.75
40+400	579913.309	1922092.55
40+650	579932.238	1922207.01
40+900	579817.83	1922316.66
41+150	579630.462	1922390.05
41+400	579875.048	1922418.6
41+650	580121.419	1922428.33
41+900	580081.451	1922543.06
42+150	579874.566	1922667.4
42+400	580036.048	1922753.93
42+650	579955.115	1922936.84
42+900	579799.205	1922806.63

Estación	X	Y
43+150	579773.583	1923040.89
43+400	579756.367	1923279.75
43+650	579736.144	1923447.6
43+900	579711.759	1923651.99
44+150	579477.783	1923597.27
44+400	579347.445	1923447.76
44+650	579156.058	1923574.34
44+900	578974.835	1923667.01
45+150	578879.179	1923804.51
45+400	578725.055	1923981.51
45+650	578569.203	1924150.02
45+900	578400.435	1924326.99
46+150	578250.42	1924352.88
46+400	578130.076	1924566.72
46+650	577957.843	1924743.9
46+900	577797.21	1924905.97
47+150	577629.281	1925069.26
47+400	577669.386	1925275.64
47+650	577717.107	1925462.92
47+900	577658.359	1925460.97
48+150	577468.846	1925347.84
48+400	577374.263	1925171.39
48+650	577291.433	1925155.74
48+900	577199.059	1925102.44
49+150	577178.027	1925338.73
49+340	577276.614	1925444.28

Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m del eje ramal

Estación	X	Y
100+000	578956.617	1923720.79
100+250	578742.155	1923831.21
100+500	578509.971	1923841.63
100+750	578394.785	1923960.4
101+000	578212.759	1924070.04
101+250	577994.604	1924162.49
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

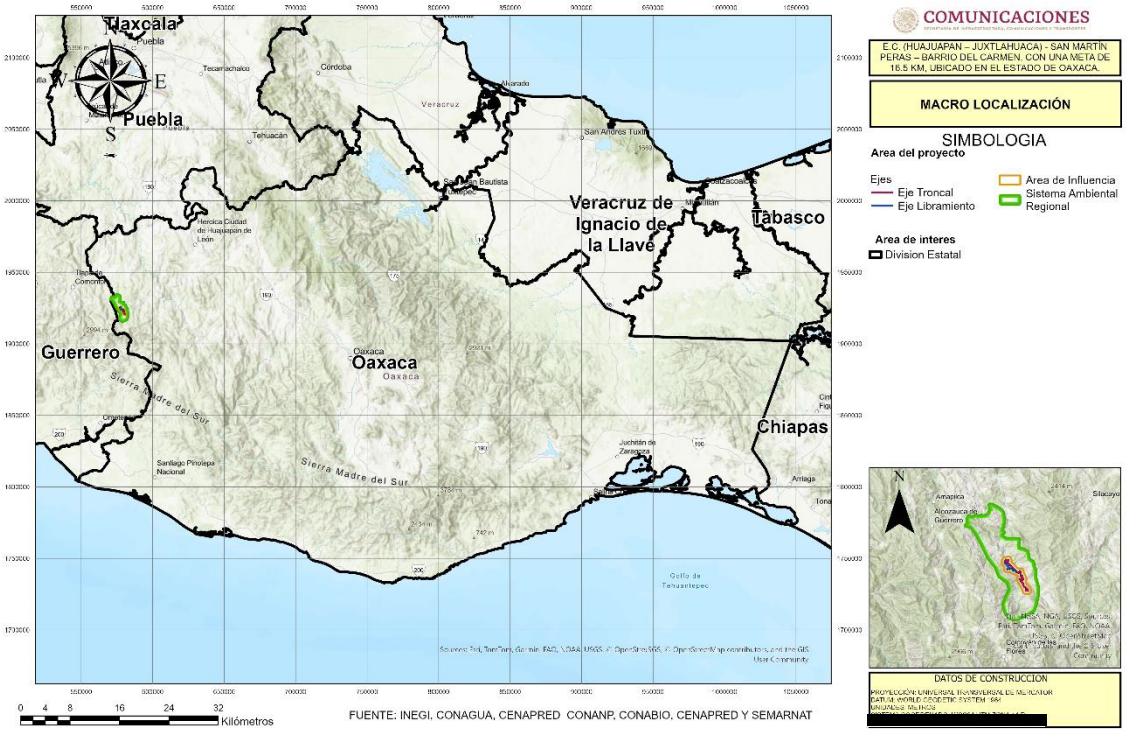


Figura 1. Macrolocalización del proyecto

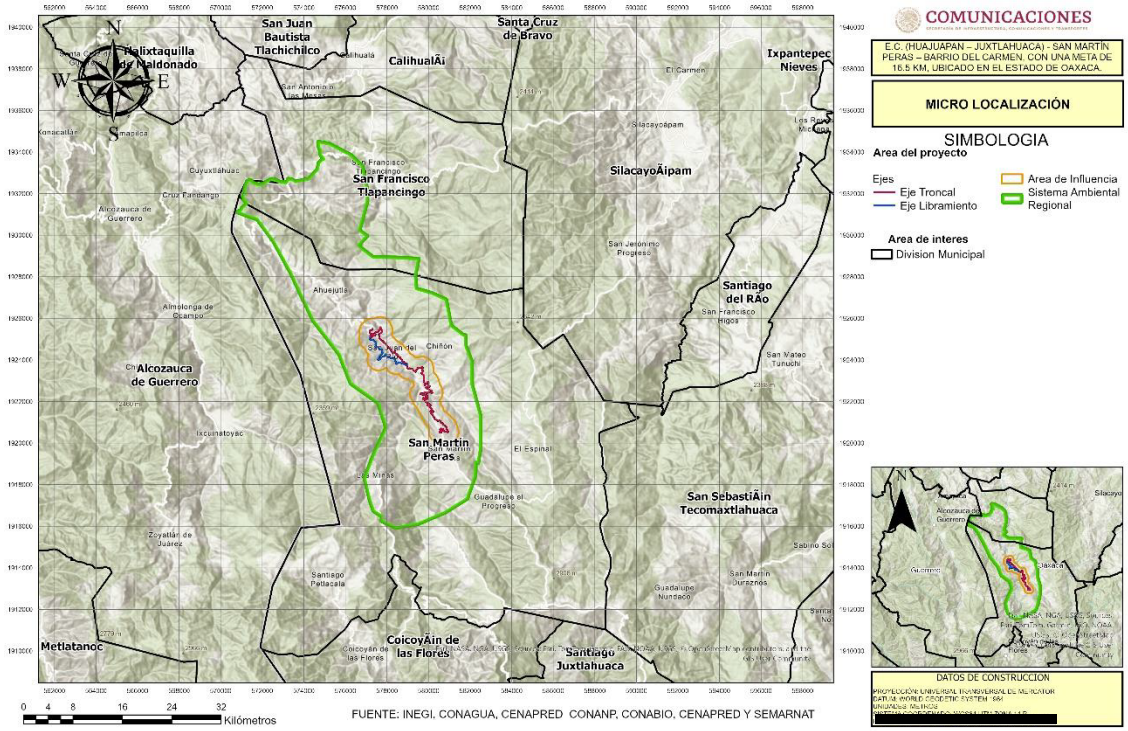


Figura 2. Microlocalización del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación de el Camino San Martín Peras–Barrio del Carmen, este tramo, con una longitud de 16.5 km, se extiende desde el km 36+400 al hasta el km 52+900. Comprende la modernización y pavimentación del camino existente entre ambas localidades, mejorando la conectividad y las condiciones de tránsito para los habitantes y usuarios de la vía.

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas.

Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, pavimentación de toda la longitud del camino y se ampliará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

En resumen, el proyecto busca transformar un camino de terracería en una vía pavimentada y modernizada, mejorando la conectividad, la seguridad y la calidad de vida de los habitantes de San Martin Peras y sus alrededores. En las inmediaciones de esta vialidad es notorio el desarrollo de terrenos de cultivo, potrero o pastoreo. En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto

Cuadro 3. Dimensiones del proyecto

Camino San Martin Peras		
Especificaciones Geométricas	**Actual**	**Proyecto**
Camino tipo	E	D
Longitud total de camino (m)	16,500	16,500
Ancho de derecho de vía (m)	40	
Ancho línea de ceros (m)	11.6397	26.0006
Ancho de corona (m)	6.4665	7
Ancho de calzada (m)	6.4665	7
Número de carriles	1	2
Ancho de carriles (m)	6.47	3.5
Número y ancho de acotamiento (m)	No incluye	
Superficie del derecho de vía (m2)	71.9987	
superficie línea de ceros (m2)	6.4665	26.0006
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	6.4665	26.0006

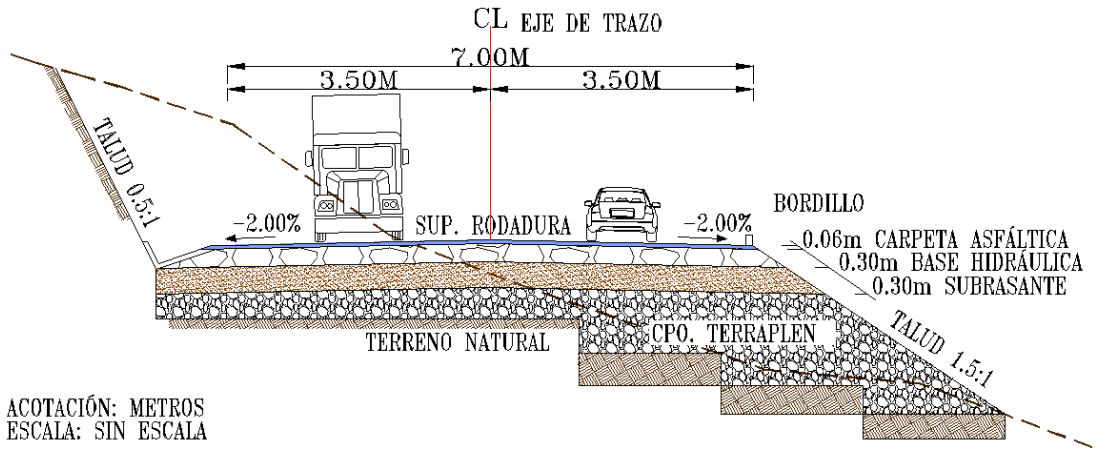
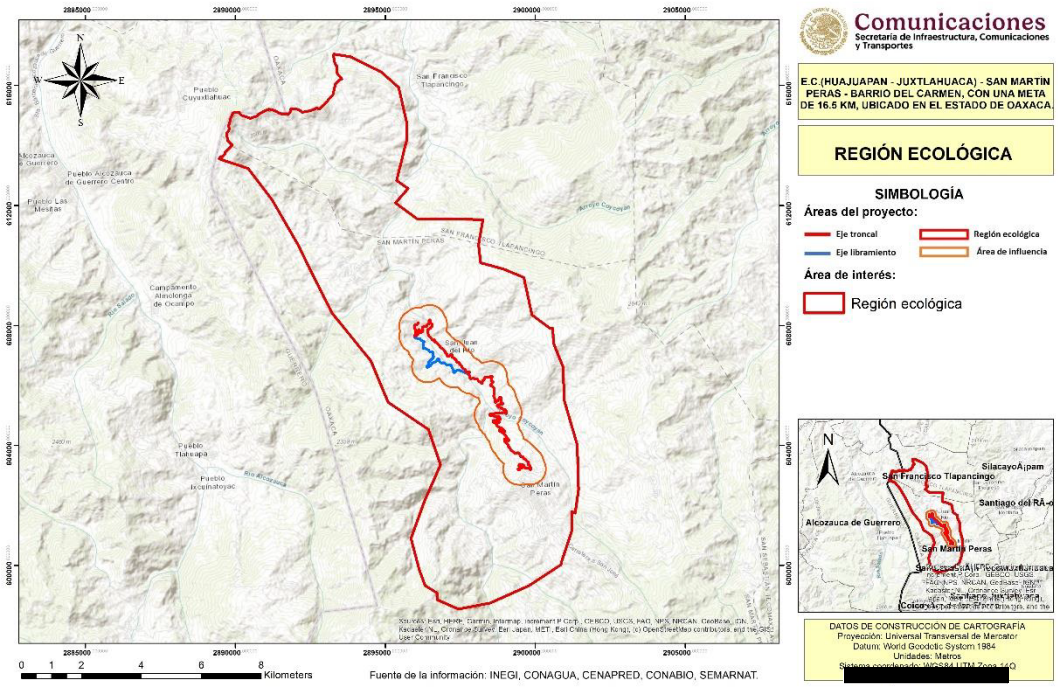


Figura 3. Sección tipo

La Región Ecológica (RE) se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como RE, cuenta con las siguientes características.

Cuadro 4. Propiedades de la RE delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
9,285.9616 hectáreas	53.0737 kilómetros	UTM Zona 14 N	WGS 1984	184


Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes
E.C.(HUAJUAPAN - JUXTLAHUACA) - SAN MARTÍN PERAS - BARRIO DEL CARMEN, CON UNA META DE 16.5 KM, UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.
REGIÓN ECOLÓGICA
SIMBOLOGÍA
Áreas del proyecto:
Eje troncal
Eje libramiento
Región ecológica
Área de influencia
Área de interés:
Región ecológica
N
W
E
S
Pueblo Cuyuhuahuac
San Francisco Tlapancingo
Pueblo Las Nieves
Campamento Alcalorgal de Ocampo
Pueblo Tlatsapa
Pueblo Tecomahuaca
SAN MARTÍN PERAS
SAN FRANCISCO TLAPANCINGO
Río Alcozauca
Arroyo Carrizal
Arroyo Cuayuapa
Río Salado
Río Ocotepec
Río Tlatsapa
Río Tecomahuaca
Río Tlapanco
Río Tlapanco
Río Tlapanco

Cuadro 5.-Características de largo y amplitud de eje

Elemento	Troncal	Ramal
Largo (m)	12,940	3,439
Amplitud (m)	20	20

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 65.2134 ha.

Cuadro 6.-Superficie del Derecho de Vía

Derecho de vía	Superficie (ha)
Troncal	51.223
Ramal	13.9904
Total	65.2134

II.1.1.2. Superficie del camino actual

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 7.- Coordenadas del proyecto

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	30+000	42+940	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Ramal	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **13.3490 ha**, con una longitud de 15.9 km y una amplitud promedio de 8.35 metros.

Cuadro 8. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente (m)	Ancho del camino existente (m)	Superficie del camino actual (ha)
15,980	8.35	13.3490

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino. A continuación, se determinó que dicha área es de **6.0253 ha**; lo que representa que de las 13.3490 ha que ocupa el camino actual, 6.0253 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (7.32.37 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.- Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto

Longitud del camino existente (m) (1)	Ancho de camino existente (m) (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (4)	Superficie total del camino actual (ha) (3+4)
15,980	8.35	**6.0253**	7.3237	13.349

II.1.1.3. Superficie del proyecto

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 10.- Dimensiones del proyecto

Especificaciones geométricas	Troncal	Ramal	Total
Camino tipo	D	D	D
Longitud total (m)	12,940	3,439	16,379
Ancho de corona (m)	7	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	13.83	13.83	16.347
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	20.4900	6.1215	26.6115

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha. Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).

Cuadro 11.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Libramiento	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**	**26.6115 %**

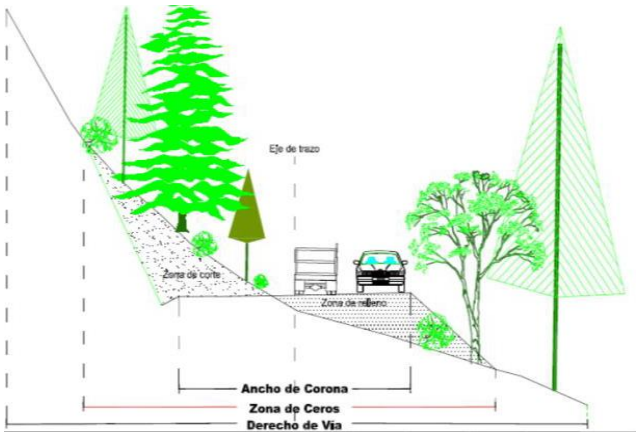


Figura 5.- Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 12.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

II.1.2. Vegetación en el área del proyecto

II.1.2.1. Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 13.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

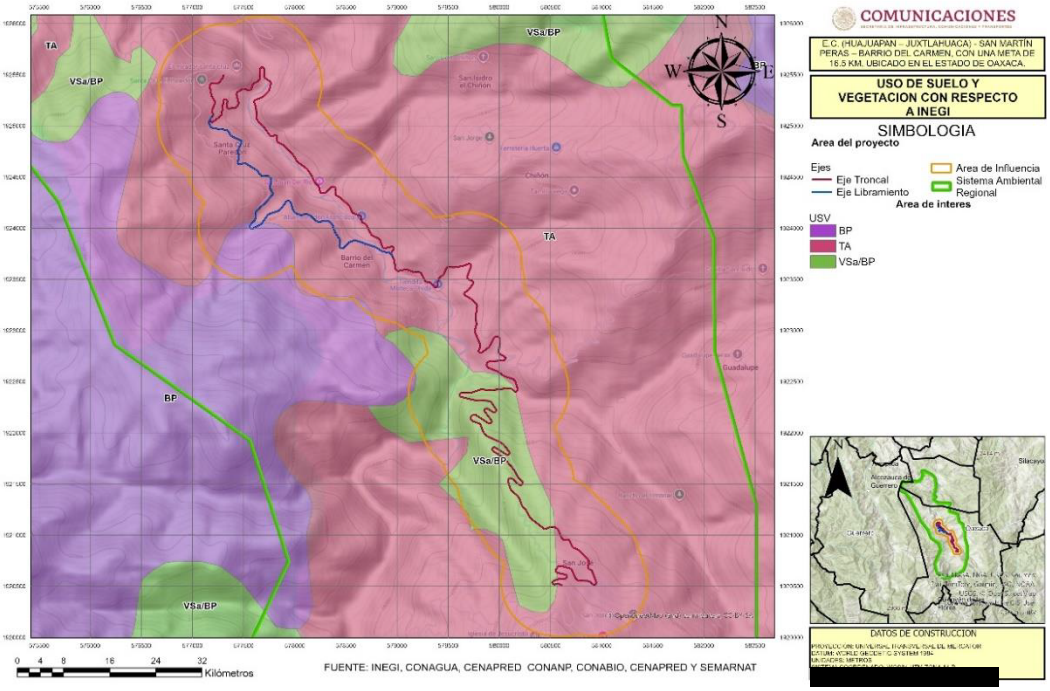


Figura 6.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la

construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales

LXXX. Vegetación forestal: Es el 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.

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

V. Bosque, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

II.1.2.2. Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 14.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

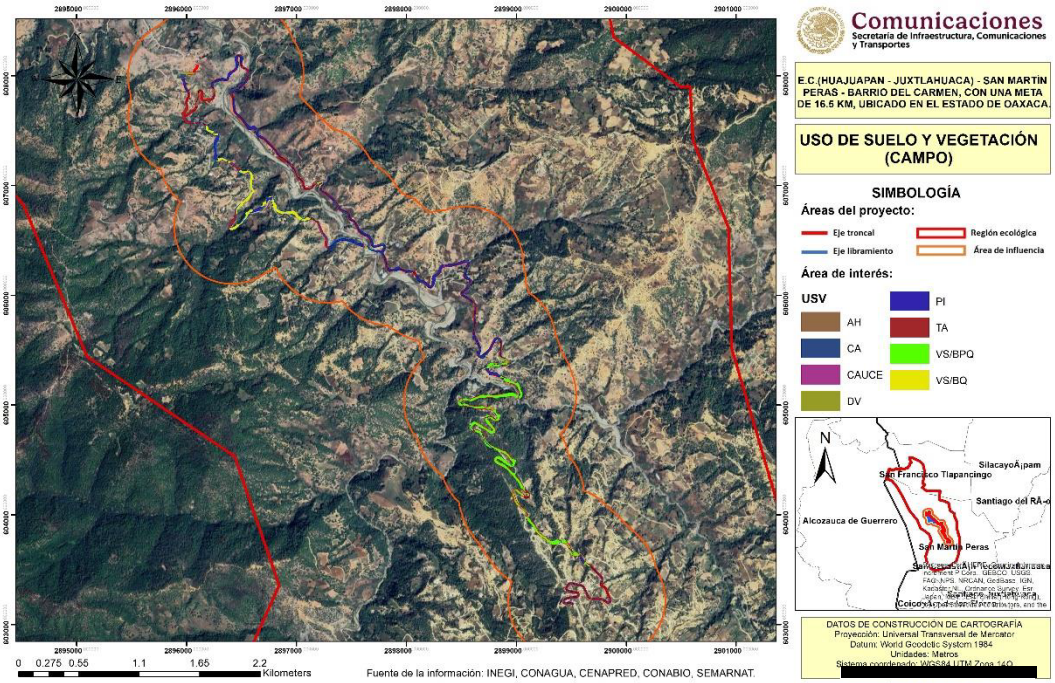


Figura 7.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Sonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

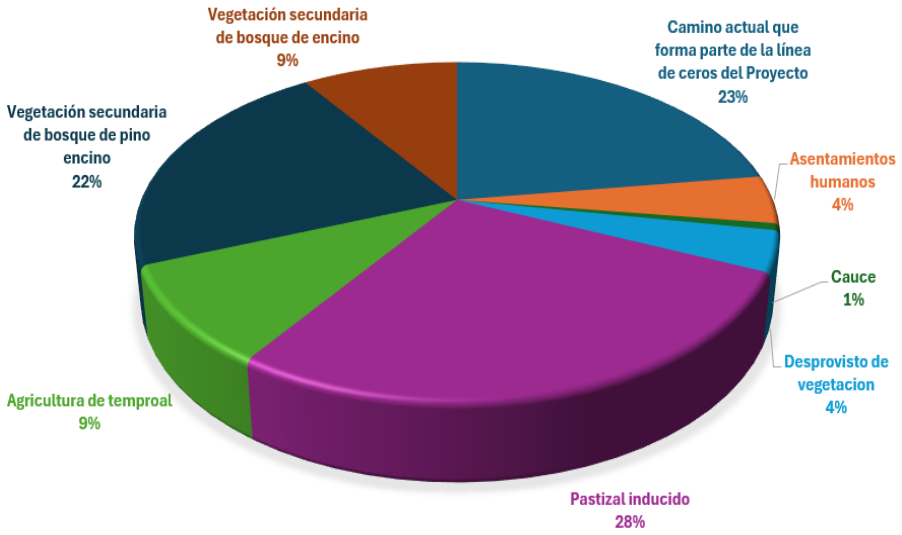


Figura 8.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 15.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	8.2524	100.00%

II.1.2.3. Polígonos Forestales

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 16.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286

Numero	Polígono	USV	Superficie
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244

Numero	Polígono	USV	Superficie
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

Adicionalmente se presentan los vértices de los polígonos forestales en el archivo de Excel "*Vértices de los polígonos forestales*.xlsx"

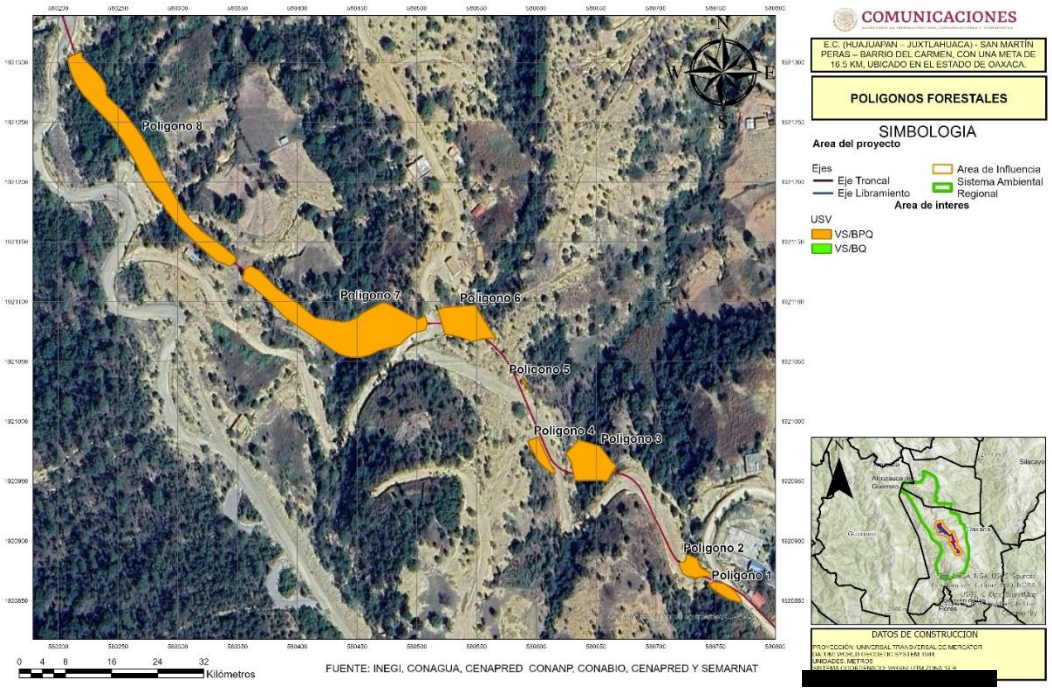


Figura 9.- Polígonos forestales 1

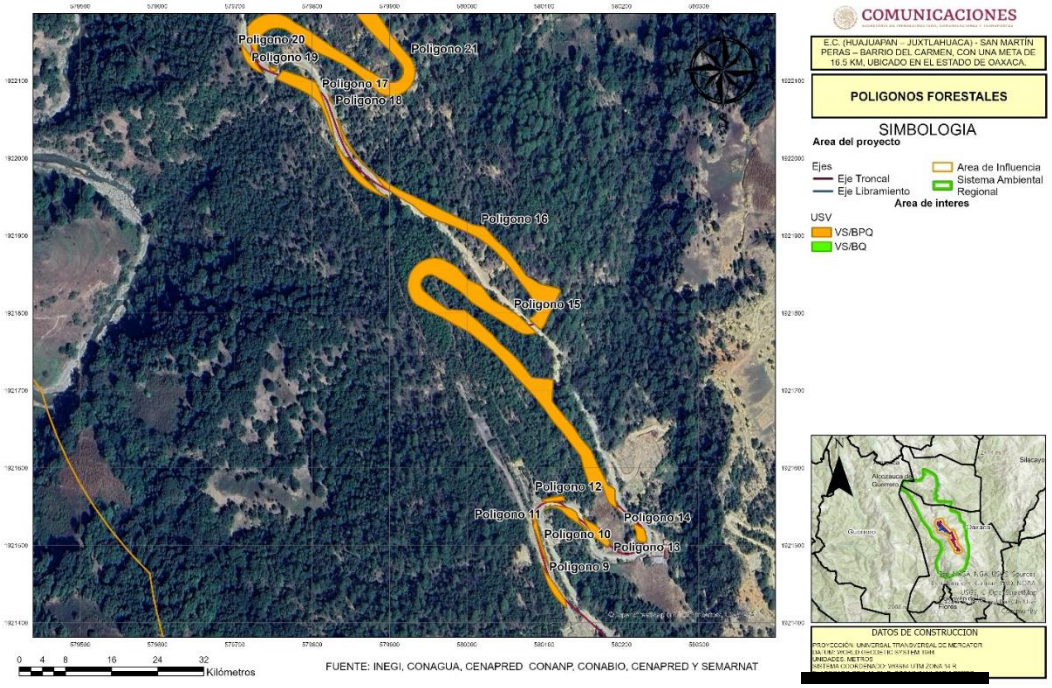


Figura 10.- Polígonos forestales 2

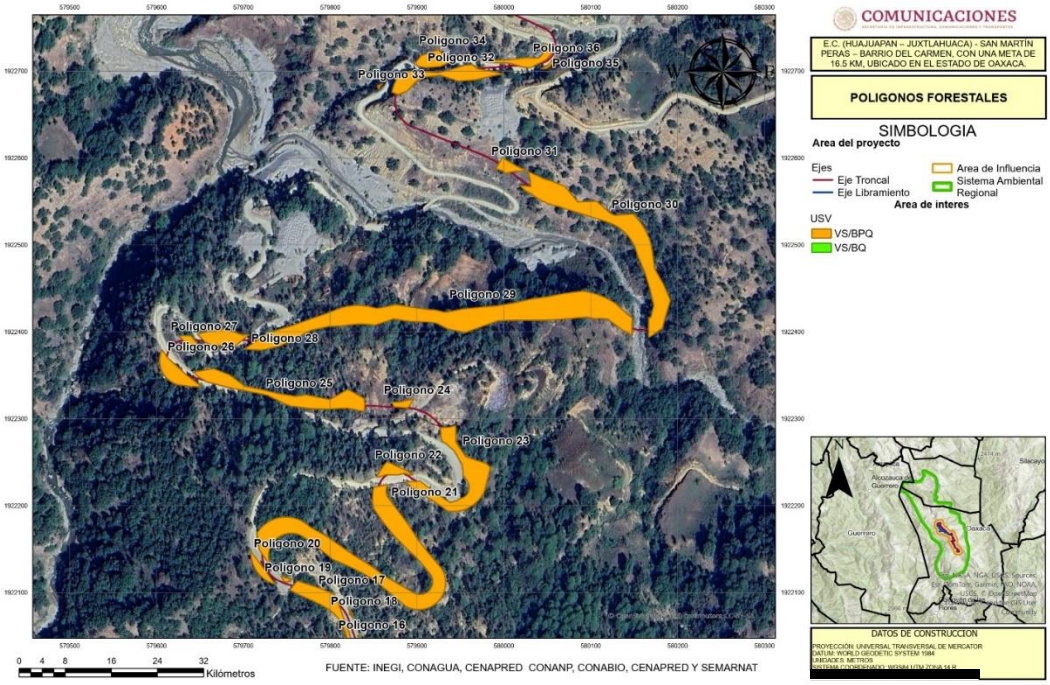


Figura 11.- Polígonos forestales 3

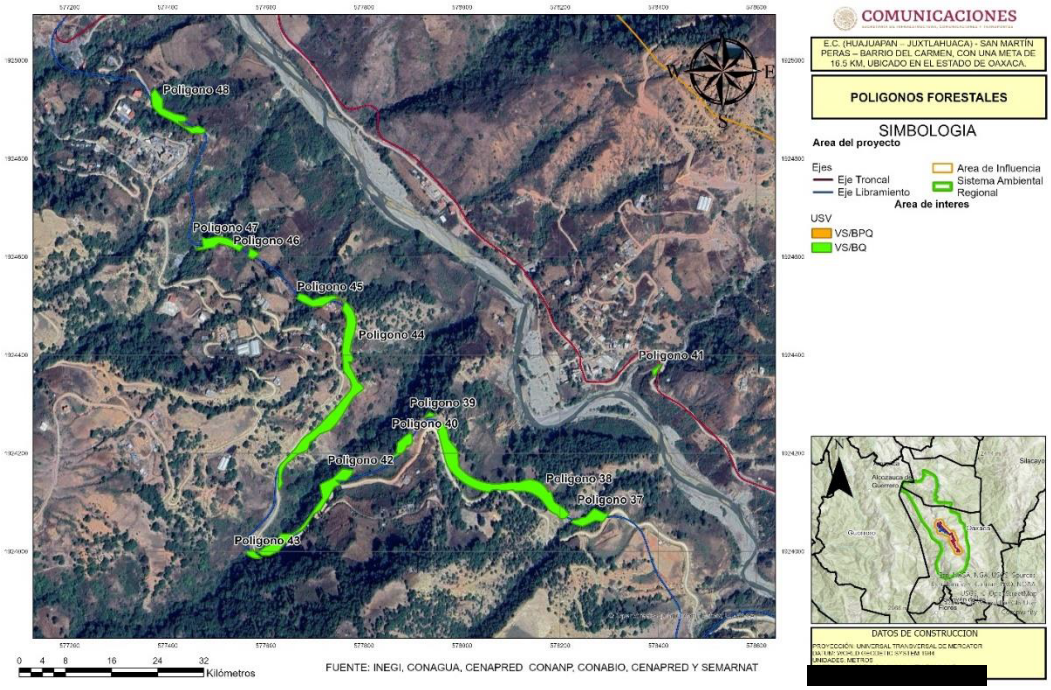


Figura 12.- Polígonos forestales 4

II.1.3. Obras de drenaje

II.1.3.1. Obras de drenaje mayores

De acuerdo con el estudio hidrológico, el proyecto requiere la construcción de 6 puentes, siendo 5 puentes sobre la troncal y uno sobre el entronque, los cuales tienen la función de librar escurrimientos de caudal amplio, a continuación, se muestran las características de los puentes. Cabe mencionar que el reemplazo de los puentes 47+600 y 10+600 no incluye explosivos para su demolición.

Cuadro 17.- Características de los puentes

Camino	Nombre	KM	Longitud
Troncal	Puente 1	41+700	30
Troncal	Puente 2	43+900	70
Troncal	Puente 3	45+460	30
Troncal	Puente 4	45+980	40
Ramal	Puente 5	100+600	40

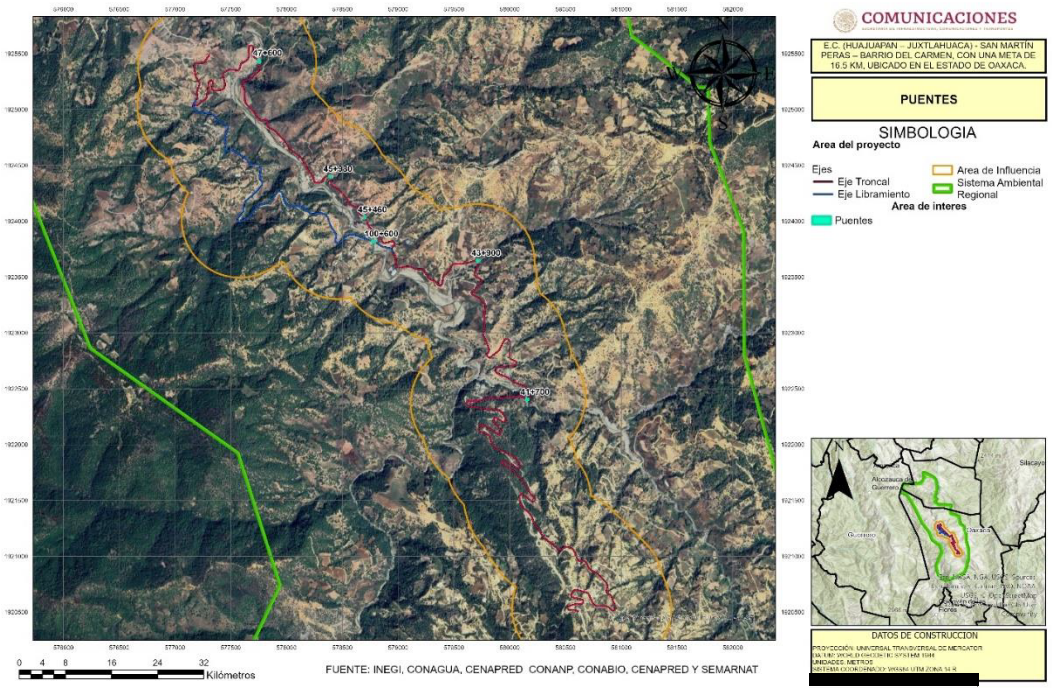


Figura 13.- Puentes del proyecto

II.1.4. Composición florística de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área de Proyecto

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es práctico enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos y así estimar el valor de los parámetros de la población; para las zonas extensas se citan muestreos aleatorios (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar las especies presentes en el Sistema Ambiental, se realizó un muestreo aleatorio simple (probabilístico), este muestreo consiste en lo siguiente:

“Muestreo aleatorio simple”: En esta técnica de muestreo todos los elementos de la población que serán elegidos para la muestra se seleccionan de manera aleatoria, de igual manera cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, a los elementos se le asigna un número que será único para su identificación (Malhotra, N. K., 2008).

Debido a lo anterior y a la necesidad que se tiene de representar las condiciones que tiene el Sistema Ambiental, se considera que toda la superficie dentro del área en cuestión cuenta con la misma probabilidad de ser elegida para muestrear, por lo que este método cumple con las necesidades a cubrir por el proyecto al desplegar una malla de puntos aleatoriamente.

El muestreo aleatorio simple ha mostrado diferentes ventajas, como son:

- Selección de los elementos de manera equitativa, ya que tienen la misma probabilidad de selección
- Cada selección de elemento es independiente de las demás
- Tiende a producir muestras representativas.

Para la caracterización de la vegetación y el análisis de la composición florística del área del proyecto, se implementó un diseño de muestreo aleatorio simple. Este método se seleccionó con el objetivo de obtener una representación adecuada de la diversidad, composición y estructura de las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio. A continuación, se describen las unidades de muestreo consideradas para la aplicación de este diseño metodológico.

- ✓ Sitio rectangular de 0.08 ha (800 m^2). En esta unidad se contabilizaron, medirán y registrarán todos los individuos arbóreos cuyo diámetro normal (diámetro de fuste principal a una altura de 1.30 m sobre el suelo) sea mayor a 5 cm,
- ✓ Sitio rectangular de 0.04 ha (400 m^2). En esta unidad de muestreo se midieron y registraron todos los individuos arbustivos, epífitas y rosetófilas.
- ✓ Sitio rectangular de 1 m^2. En el centro del sitio de 800 m^2, se incluyó un segundo sitio de 1 m^2, en el que se contabilizaron y registraron las ejemplares herbáceos.

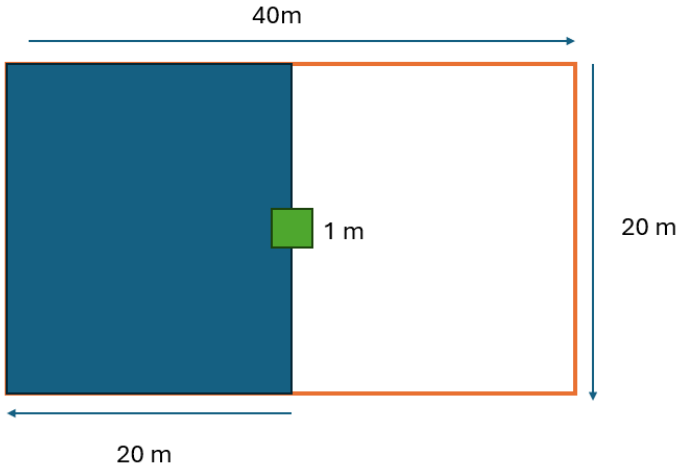


Figura 14. Forma y tamaño de las unidades muéstrales

En la tabla siguiente se presentan las variables medidas para cada uno de los estratos analizados.

Cuadro 18.Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.

Estrato	Características	Variables medidas
Herbáceo	Individuos de especies cuyo tallo, raíz y ramaje carecen de las estructuras leñosas, se excluyen a las cactáceas.	**Número de individuos por especie.**
Arbustivo, Cactáceas (y plantas rosetófilas)	Individuos que no tiene un tronco predominante. Los troncos se ramifican a partir de la base (ramas). Presentan una altura generalmente menor a 5 metros. Las cactáceas tienen tallos suculentos capaces de almacenar y conservar agua, sustituyen sus hojas por espina. Las plantas rosetófilas son arbustos espinosos con hojas en forma de roseta	**Número de individuos por especie.** **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa del árbol.
Arbóreo	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presentan un diámetro normal de al menos 5 cm (individuo adulto), y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable. Presenta una altura generalmente mayor a 5 metros. Se consideraron árboles en etapa juvenil con diámetro normal menor a 5 cm.	**Número de individuos por especie.** **Altura:** medida sobre el eje del árbol, entre el suelo hasta el ápice de la copa. **Diámetro normal:** medida que se realiza para medir el ancho de fuste del árbol a la altura de 1.30 m. **Diámetro de copa mayor.** Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol. **Diámetro de copa menor.** Se midió el diámetro menor de la copa

Estrato	Características	Variables medidas
		del árbol. Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.

II.1.4.1. Vegetación secundaria de Bosque de Encino en la Región Ecológica

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación de Bosque de Encino

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de Encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 6 especies de 5 familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae es la que presenta un mayor número de especies con un total de 2.

Cuadro 19. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo

No	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
1	Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
2	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres Barbas	-	-	Nativa
3	Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
4	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cuchara	-	LC	Endémica
5	Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
6	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-	-	Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio

II.1.4.2. Vegetación secundaria de Bosque de Encino en el Área de Influencia (AI)

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para vegetación secundaria de bosque de encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **6** especies de **4** familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae y boemeliacea sobresalen. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 20.Composición florística de la Vegetación de Bosque de Encino en el Área de Influencia

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	1
Bromeliaceae	2
Fagaceae	2
Poaceae	1

Cuadro 21. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual			Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito			Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito			Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo		(LC)	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo		(LC)	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas			Nativa

II.1.4.3. Vegetación secundaria de Bosque de encino en el área de proyecto

De acuerdo con los resultados del muestreo y el análisis de vegetación realizado para el bosque de encino, el ecosistema evaluado está conformado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, con una riqueza florística de cinco especies pertenecientes a tres familias botánicas. El estrato arbóreo está representado por las especies *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*, siendo *Quercus rugosa* la especie dominante en el estrato arbustivo, con una abundancia de 350 ind/ha, lo que evidencia su importancia estructural dentro de la comunidad vegetal. El estrato herbáceo está integrado por cinco especies, entre las que destacan *Elytraria mexicana* y *Mentzelia aspera* por su mayor representatividad y frecuencia dentro de las unidades de muestreo. Por su parte, el estrato

arbustivo presenta una composición reducida, asociada principalmente a la regeneración natural de las especies arbóreas presentes en el sitio.

En términos generales, el bosque de encino del Área del Proyecto presenta una estructura vegetal simple, dominada por especies del género *Quercus* y con una baja riqueza florística, característica de comunidades vegetales con predominio de encinos.

Respecto a la presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los resultados obtenidos indican que ninguna de las especies registradas en los estratos evaluados se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo establecida por dicha norma.

Cuadro 22. Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

II.1.4.4. Vegetación secundaria de Bosque de Pino Encino en la Región Ecológica

En los siguientes apartados se presenta la información analizada de los muestreos para la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para Bosque de Pino Encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de 25 especies de 10 familias diferentes, de las cuales la familia Bromeliaceae es la que presenta un mayor número de especies con un total de 7.

Cuadro 23 Composición florística de la Vegetación secundaria de bosque de pino encino en la RE

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	3
Bromeliaceae	7
Fabaceae	3

FAMILIA	NO. ESPECIES
Pinaceae	1
Fagaceae	4
Ericaceae	2
Clethraceae	1
Melastomataceae	1
Poaceae	2
Dennstaedtiaceae	1

Cuadro 24. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres Barbas	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Calliandra hirsuta*	Timbre	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Catopsis berteroniana*	Bromelia	Pr		Nativa
Melastomataceae	*Chaetogastra longifolia*	Lengua de buey	-	LC	Nativa
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Marangola	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-		Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Pseudognaphalium viscosum*	Gordolobo	-	-	Endémica
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho águila	-	-	
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueyito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Paxtle	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Arnica de la costa	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-	-	Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna

silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio se identificó que *Catopsis berteroniana* se encuentra en la categoría de sujeta protección especial.

II.1.4.5. Caracterización de la vegetación secundaria de Bosque de Pino-Encino en el Área de Influencia (AI)

Composición florística

De acuerdo con los resultados del muestreo, y una vez realizado el análisis de vegetación correspondiente para vegetación secundaria de bosque de pino encino, se determinó que este ecosistema está conformado por los estratos, arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo, este tipo de vegetación se compone de una riqueza florística de **30** especies de **11** familias diferentes, de las cuales la familia Fagaceae y boemeliacea sobresalen. Para mayor referencia ver los siguientes cuadros.

Cuadro 25.Composición florística de la Vegetación de Pino Encino en el Área de Influencia

FAMILIA	NO. ESPECIES
Asteraceae	5
Bromeliaceae	5
Ericaceae	3
Fabaceae	2
Fagaceae	5
Phytolaccaceae	1
Pinaceae	1
Poaceae	5
Pteridaceae	1
Solanaceae	1
Hypolepydaceae	1
Total	**30**

Cuadro 26. Listado de especies de flora identificadas en el muestreo del Área de Influencia

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	-	-	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Pteridaceae	*Astrolepis sinuata*	Helecho	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Calliandra hirsuta*	Timbre	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Catopsis berteroniana*	Bromelia	Pr	-	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo	-	LC	Endimica
Poaceae	*Melinis minutiflora*	Pasto hediondo	-	-	Invasora
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	-	-	Invasora
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	-	Nativa
Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla	-	-	Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Pseudognaphalium attenuatum*	Gordolobo	-	-	Nativa
Hypolepydaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho águila	-	-	-
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	-	-	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-	-	Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-	-	Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-	-	Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-	-	Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Arnica de la costa	-	LC	Endémica
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-	-	Endémica

Es importante destacar que, con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio se identificó que *Catopsis berteroniana* se encuentra en la categoría de sujeta protección especial.

II.1.4.6. Bosque de pino- encino en el área de proyecto (AP)

La vegetación secundaria de bosque de pino-encino en el área del proyecto (AP) corresponde a una comunidad en etapa sucesional, con una riqueza florística de 21 especies distribuidas en cuatro estratos ecológicos. Se identifican como familias más representativas Bromeliaceae, Fagaceae, Ericaceae y Fabaceae.

El estrato arbóreo presenta una densidad de 1,196.88 ind/ha y se encuentra fuertemente dominado por *Pinus oocarpa* (IVI 95.57), asociado a especies de Quercus (*Q. conspersa, Q. rugosa, Q. magnoliifolia y Q. elliptica*), que aportan la dominancia secundaria del estrato. El estrato arbustivo registra una densidad de 1,237.50 ind/ha, con codominancia de *Bejaria aestuans* (IVI 69.50) y la regeneración de *Pinus oocarpa*. El estrato epífito presenta 1,762.50 ind/ha, dominado por *Tillandsia schiedeana* (IVI 138.85). El estrato herbáceo constituye el de mayor densidad, con 85,000 ind/ha, dominado por la gramínea nativa *Aristida adscensionis* (IVI 137.63). En conjunto, estas características definen al AP como una unidad de vegetación secundaria con fuerte dominancia de especies pioneras.

En el siguiente cuadro se enlistan las especies registradas en el área de estudio. Con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

Cuadro 27. Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

II.2. Ubicación delimitación, características ambientales y extensión de los polígonos que serán motivo de labores de reforestación y conservación y restauración de suelos

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, en la Region Ecológica se presentan 12 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo Agricultura de temporal Anual la que ocupa mayor superficie en el polígono de la Region.

Cuadro 28. Distribución de los usos de suelo y vegetación dentro de la Region Ecológica

Clave	Uso de suelo y vegetación	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
AH	Asentamientos Humanos	76.2872	0.82%		0.00%		0.00%
BP	Bosque de Pino	637.1962	6.86%	783.08	77.98%	0.3563	1.34%
BPQ	Bosque de Pino-Encino	61.1385	0.66%		0.00%		0.00%
BQ	Bosque de Encino	469.8730	5.06%		0.00%		0.00%
BQP	Bosque de Encino-Pino	464.4505	5.00%		0.00%		0.00%
PI	Pastizal Inducido	338.0810	3.64%		0.00%		0.00%
TA	Agricultura de temporal Anual	5221.0890	56.23%	37.17	3.70%	19.9825	75.09%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino	1571.1300	16.92%	183.98	18.32%	6.2727	23.57%
Vsa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Pino-Encino	154.3242	1.66%		0.00%		0.00%
Vsa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de bosque de Encino	82.7216	0.89%		0.00%		0.00%
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	209.6704	2.26%		0.00%		0.00%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1,004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

- **Agricultura de temporal**: 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, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

- **Asentamientos humanos**: Es el establecimiento de un conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada,

considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

- **Pastizal inducido**: esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

- **Bosque de Pino:** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.

- **Bosque de Encino** comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

- **Vegetación de Bosque de Pino-Encino**. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción

sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

- **Vegetacion de Bosque de Encino-Pino**: Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800m. Estas comunidades están conformadas por encinos (Quercus spp.), y en proporción algo menor de pinos (Pinus spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino.

- **Selva Baja Caducifolia**: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos 0 subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta Bs y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20° C. Las precipitaciones anuales son de 1 200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1 700 m, rara vez hasta 1 900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.

- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbustiva**; se considera la siguiente descripción: vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie.

- Para la descripción de los tipos de **Vegetación secundaria arbórea**; se considera la siguiente descripción: se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

Para las áreas propuestas a reforestar, se seleccionaron aquellas que cumplen con criterios específicos de degradación o alteración del ecosistema original. En primer lugar, se consideraron las zonas desprovistas de vegetación o que presentan una vegetación dispersa, lo que indica una pérdida significativa de la cobertura forestal. Además, se

incluyeron áreas con indicios de actividad agrícola pasada, como suelos alterados por prácticas de cultivo o áreas con vestigios de labranza, que han comprometido la regeneración natural de la vegetación. Estas zonas, aunque previamente modificadas, tienen el potencial de ser restauradas mediante acciones de reforestación, ya que han perdido su capacidad de autorregenerarse debido al impacto humano.

Asimismo, se evaluaron las áreas que se encuentran en estados de sucesión temprana, aquellas que muestran una baja densidad de cobertura vegetal, lo cual indica que el proceso natural de regeneración del ecosistema está en sus primeras etapas y no ha logrado recuperar la estructura original del bosque. Este tipo de áreas, si bien presentan un desafío, también ofrecen una oportunidad para fomentar la recuperación ecológica y acelerar la sucesión natural mediante la reforestación planificada.

En la figura siguiente se presenta la ubicación específica de la zona propuesta para las labores de reforestación, delineando claramente las áreas seleccionadas para intervenir y su distribución dentro del proyecto. Esta información permite una visión más detallada del espacio a trabajar y facilita la planificación de las actividades necesarias para cada etapa del proceso de restauración.

Cuadro 29. Coordenadas de las áreas de reforestación

Tipo de vegetación	ID	X	Y
Bosque de pino-encino	0	578517	1924795
	1	578611	1924812
	2	578621	1924812
	3	578724	1924916
	4	578791	1924997
	5	578734	1925022
	6	578673	1924999
	7	578645	1924999
	8	578549	1924997
	9	578529	1924995
	10	578500	1924992
	11	578474	1924994
	12	578424	1924984
	13	578389	1924968
	14	578369	1924938
	15	578380	1924922
	16	578389	1924907
	17	578423	1924880
	18	578442	1924850
	19	578456	1924844
	20	578477	1924819
	21	578461	1924783
	22	578517	1924795
Bosque de encino	0	578850	1923831
	1	578855	1923814
	2	578862	1923807
	3	578867	1923801
	4	578879	1923792
	5	578888	1923789
	6	578897	1923787
	7	578916	1923789
	8	578928	1923794
	9	578943	1923799
	10	578969	1923807
	11	578987	1923808
	12	578995	1923819
	13	578996	1923811
	14	578982	1923821
	15	578960	1923820
	16	578938	1923813
	17	578933	1923812
	18	578931	1923823
	19	578938	1923832
	20	578953	1923848
	21	578959	1923862
	22	578974	1923877
	23	578982	1923901
	24	578987	1923913
	25	578986	1923925
	26	579036	1924009
	27	579037	1924024
	28	579024	1924033
	29	579015	1924033
	30	579007	1924037

Tipo de vegetación	ID	X	Y
	31	579015	1924052
	32	579026	1924053
	33	579037	1924043
	34	579043	1924040
	35	579057	1924062
	36	579056	1924079
	37	579058	1924094
	38	579060	1924099
	39	579059	1924109
	40	579042	1924093
	41	579038	1924086
	42	579031	1924095
	43	579028	1924120
	44	579018	1924113
	45	579007	1924102
	46	579003	1924072
	47	579001	1924060
	48	578952	1923991
	49	578935	1923974
	50	578917	1923958
	51	578895	1923944
	52	578884	1923928
	53	578884	1923903
	54	578880	1923885
	55	578879	1923869
	56	578850	1923831

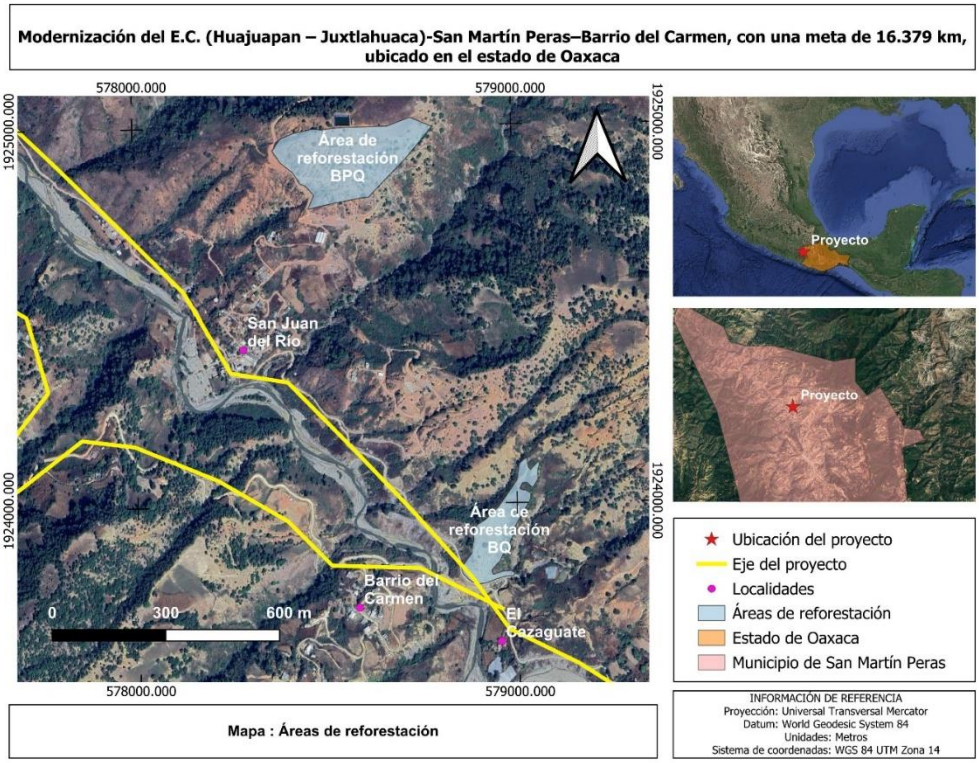


Figura 15. Áreas potenciales para la reforestación

III. Acciones de reforestación con especies nativas

III.1. Metodología

Este programa constara de las siguientes acciones:

- Reconformación de la topografía (forma parte de las acciones de conservación de suelos) Terrazas individuales
- Diseño de la plantación
- Abastecimiento de planta
- Endurecimiento y transporte de individuos
- Plantación
- Protección
- Mantenimiento

III.1.1. Reconformación de la topografía

Las terrazas individuales son terraplenes en contrapendiente y de forma circular que se construyen alrededor de alguna especie vegetal, a manera de diques pequeños de tierra en forma de círculo o semicírculo, cuyos extremos terminan sobre una curva de nivel (COLPOS, 1991); en la siguiente imagen se presenta un ejemplo de la construcción de terrazas individuales.

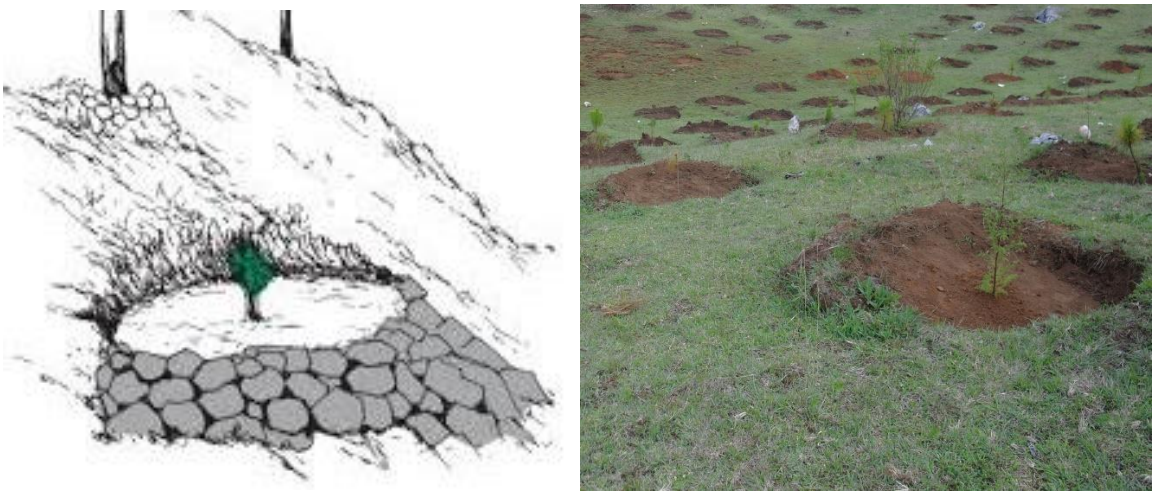


Figura 16. Ejemplo de terraza individual (CONAFOR, 2023)

III.1.2. Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo. En la zona de proyecto se presenta una inclinación máxima del 30%, por lo que se empleara un arreglo topológico a tres bolillo, el cual consiste en colocar las plantas formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

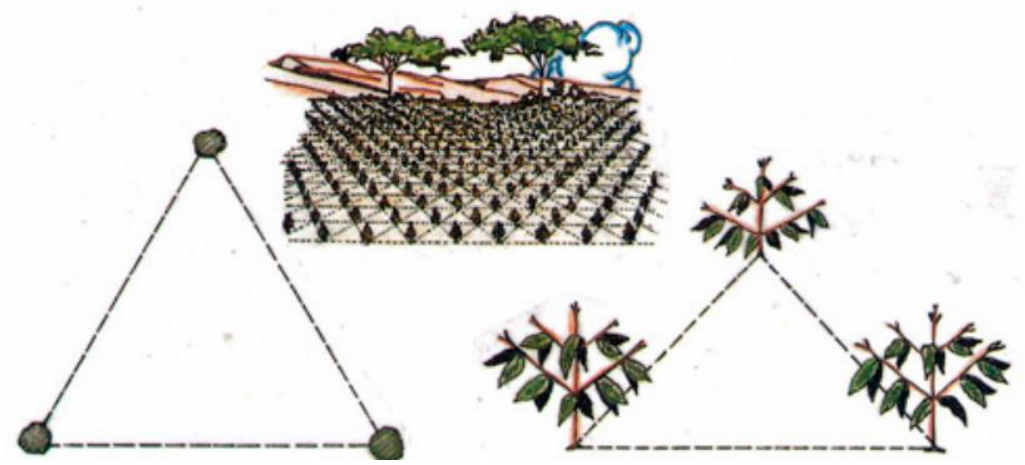


Figura 17. Ejemplo de Arreglo en tres bolillo

III.1.3. Abastecimiento de plántula

El proceso de producción de planta se realiza con distintos fines, entre estos, el de abastecer los programas de restauración ecológica de ecosistemas forestales.

El abastecimiento de la planta se puede realizar mediante la germinación de semillas recolectadas en la zona del proyecto y/o mediante la reproducción de los ejemplares a partir de propágulos. A continuación, se describe el proceso a seguir, para cada uno de los métodos considerados.

III.1.3.1. Plántulas producidas a partir de semillas

Es el más conocido y empleado en la reforestación. Entre sus muchas ventajas se encuentran (Arriaga, Cervantes, & Vargas, 1994):

- Mayor posibilidad de seleccionar las especies y variedades idóneas para el tipo de condición ambiental particular que se tenga.
- Optimización del control de la calidad y vigor de las plantas por implementar
- Elección anticipada de la combinación de especies más adecuada a los propósitos que se persigan.
- Mayor control de la densidad, espaciamiento y distribución espacial de las plantas dentro de las parcelas.
- Facilidad de cuidados y labores que se realicen a la planta (deshierbe, fertilización, etcétera).

Para su puesta en práctica es necesario conocer lo siguiente:

- Épocas de colecta de las semillas
- Técnicas de colecta
- Técnicas de almacenamiento y preservación de las semillas.
- Tipo de latencia presente en la semilla y formas de romperla (tratamiento pregerminativos).
- Capacidad, velocidad y tiempo de germinación de las semillas.
- Métodos de siembra de las semillas en el vivero y cuidados de las plántulas.
- Tiempo necesario para obtener plántulas de talla adecuada para el trasplante.

Esta actividad estará a cargo del técnico y los investigadores quienes podrán requerir la ayuda de los ayudantes generales para le recolección de semillas. La obtención de semillas de las diferentes especies que se han de propagar es de vital importancia pues cada una de ellas contiene información genética única.

Sin embargo, para el objetivo de este proyecto, se recurrirá a la obtención de semillas mediante la recolección en campo al principio y, con el tiempo, de parte de los ejemplares cultivados en las instalaciones que para tal fin se hayan creado. La obtención de las semillas de cada una de las especies estará en función de su fenología, de manera que habrá que hacer varias incursiones al campo para su colecta.

Después de la oportuna fecundación de las flores, comienza la maduración de los frutos. Esta maduración puede variar entre las especies de manera que algunos frutos pueden estar ya presentes después de algunas semanas, mientras que otros pueden tardar meses en completar su desarrollo. Debido a estas características preferenciales de cada especie, la obtención de los frutos no puede realizarse de una sola vez, sino que, como se menciona más arriba, hay que estar constantemente monitoreando (haciendo visitas periódicas cada dos o tres semanas) a las plantas para que así los especialistas y/o los auxiliares puedan programar las salidas para la colecta de dichas estructuras.

En ambientes donde la disponibilidad de alimento es limitada, la sola presencia de algún recurso motiva y estimula a la fauna que se alimentan de ellos para salir y obtener esa fuente de energía, así pues, el observar en campo algún árbol, arbusto o hierba con frutos es bastante raro. Debido a este fenómeno, se debe ser cuidadoso en el momento de decidir cuándo se harán las salidas para la colecta. Conviene tener ubicado con antelación manchones o individuos aislados de las especies de plantas de las cuales se pretende hacer su propagación, pues de esta manera las excursiones al campo se hacer más organizadas y con mayor rapidez.

Por regla general, al encontrar uno o varios individuos en el campo y pretender colectar frutos de estos, no se debe dejar sin suministro alguno a la fauna nativa, es decir, no se debe tomar la totalidad de los frutos que las plantas contengan por diversas razones entre

las que destacan: los frutos son la fuente y en algunos casos la única opción para que los animales silvestres subsistan, dependen de la fructificación de muchas especies para poder alimentarse, además la disponibilidad de alimento estimula a varias especies a comenzar su período reproductivo de manera que tengan alimento que proveer a sus crías. Si uno acaba casi en su totalidad con este recurso, se dejará a muchos animales sin alimento para ellos mismos y para sus crías, contribuyendo indirectamente a que las poblaciones de algunas especies si no decrezcan, sí por lo menos no aumente, factor que sería contraproducente para los intereses del proyecto y la conservación de las especies.

Otro factor importante para no obtener la totalidad o casi totalidad de los frutos de un solo ejemplar o de una población, es que se pretende propagar a individuos con características genéticas diferentes, esta probabilidad se hace mayor si se obtienen frutos de individuos diferentes y de distintas poblaciones de diferentes regiones y no de uno solo.

Para no perturbar estos ambientes y dejar sin recursos a la fauna nativa, basta con tomar sólo unos cuantos frutos de cada individuo. El número estará en función de la cantidad que cada planta provea. Además, muchas especies generan frutos con cientos y aún miles de semillas por cada fruto de manera que obtener decenas o centenares de ellos sólo provocará un exceso de recursos que no se podrán procesar oportunamente. Si este es el caso, basta con tomar un solo fruto de cada individuo y si es una población con una densidad grande de individuos de esa especie, puede considerarse sólo tomar un fruto por cada dos o tres individuos.

La colecta de los frutos debe hacerse cuando estos ya estén maduros, pues es difícil lograr su maduración ya desprendidos de la planta, además de que las semillas pudieran no haber completado su desarrollo.

Por otro lado, hay especies que producen frutos con pocas semillas, pero generan gran cantidad de ellos. El número de frutos que han de colectarse por individuo va de uno hasta algunas pocas decenas dependiendo de la densidad de la población y de la misma disponibilidad de este recurso por individuo. Debe también tomarse en cuenta la disponibilidad de espacio con que se cuenta en los invernaderos y viveros para hacer una estimación de la cantidad de semillas que se requieren para cubrir esta necesidad.

Algunas especies, como las leguminosas producen varios frutos, pero con pocas semillas, bastaría con tomar pocas decenas de estas vainas por individuo, pero este número se tendría que reducir si la densidad de los individuos de esa población es baja.

A cada uno de los individuos de los que se ha tomado frutos, se le deben tomar los datos pertinentes para su identificación tales como: especie, diámetro, altura, si está en floración o en fructificación, si es de hábito solitario o está ramificada, si está bajo arbustos, tipo de suelo, tipo de vegetación, estado general de la planta, si ha presentado daños causados por el hombre o por animales de pastoreo.

III.1.3.2. Propágulos producidos vegetativamente

La técnica consiste en cortar ramas, pencas u otro tipo de segmentos (estacas) de la planta en crecimiento y plantarlas en el suelo para provocar su enraizamiento. También es posible cubrir con suelo secciones del tallo o ramas de un árbol no cortado para inducir la aparición de raíces en la sección cubierta antes de cortar el segmento que será plantado. La multiplicación por este sistema se fundamenta en que la parte enterrada en el suelo produce raíces por ser los únicos órganos que en ese medio pueden desarrollarse. Una vez formadas las raíces absorberán los alimentos necesarios para el desarrollo de los demás órganos, con lo cual queda constituido el nuevo individuo (Arriaga, Cervantes, & Vargas, 1994).

La reproducción vegetativa es recomendable particularmente cuando existen problemas para obtener plantas a partir de semillas. Las ventajas que presenta son las siguientes:

- Permite contar con plantas de características conocidas, ya que los propágulos que de aquí se originan, presentan las mismas características que la planta que proporcionó la estaca, lo que permite obtener plantas con características deseables.
- Constituye una alternativa cuando la disponibilidad de semillas y su calidad son críticas.

No obstante, sus ventajas, este método enfrenta dificultades. En primera instancia, la propagación a partir de estacas no es muy sencilla y su éxito depende de la elección adecuada de la estaca y del dominio que se tenga de la técnica, lo que se logra después de un tiempo de experimentación. Por otra parte, se requiere extremar cuidados a la estaca, sobre todo en la etapa de enraizamiento, lo que determina que este tipo de producción de plantas en ocasiones demande mayor tiempo y recursos que la que se hace vía semilla.

Otra desventaja es la baja capacidad de adaptación que pueden mostrar las plantas producidas bajo esta técnica, lo que limita el rango de condiciones ambientales en las que se pueden trasplantar. Por lo que se recomienda introducirlas en condiciones ambientales similares a las que se encontraba la planta de donde se obtuvo la estaca.

III.1.4. Endurecimiento y transporte

Previo al transporte y trasplante de la planta, estos deben someterse a un proceso de “endurecimiento”, en cual se reducen de manera paulatina la aplicación de riego, fertilizantes y sombra, hasta que estos se suspenden de manera definitiva. Dicho proceso dura aproximadamente un mes, y tiene como objetivo aclimatar a los individuos para que puedan sobrevivir o crecer bajo situaciones de estrés.

Una vez que los individuos superaron la etapa de cicatrización y endurecimiento se procederá con el transporte a las zonas de reforestación. El método de traslado de las especies rescatadas en campo, al vehículo automotor y de este al área de cicatrización, dependerá del tamaño de los individuos. El transporte de los individuos pequeños se realizará mediante el acomodo de las plantas en cajones y/o en carretillas, para evitar el maltrato de los ejemplares. Los individuos de porte grande se transportarán amarrándolos con un lazo grueso alrededor del tallo para evitar el menor daño posible a la planta, la cual será cargada por dos o más personas.

III.1.5. Plantación

Para la preparación del terreno previo al trasplante se propone intervenir un sólo sitio por individuo, el método que se empleará es el “sistema español”, el cual es ideal para terrenos con pendiente de moderada a plana y que presenten escasa precipitación y suelos compactados. Consiste en hacer una cepa de 40 cm de ancho por igual profundidad. En torno a ella se construye un cajete de más o menos 1 m de diámetro con una profundidad de 10 a 15 cm en su parte más honda. La finalidad del cajete es captar el agua para la planta introducida. Se debe cuidad que el centro de la cepa (donde se coloca la planta), no esté en la parte más honda del cajete, para evitar que el agua captada inunde la cepa, o al menos lo haga de forma temporal. Por ello, la planta debe quedar ubicada en la pared inclinada del cajete queda pendiente abajo (Figura 14).

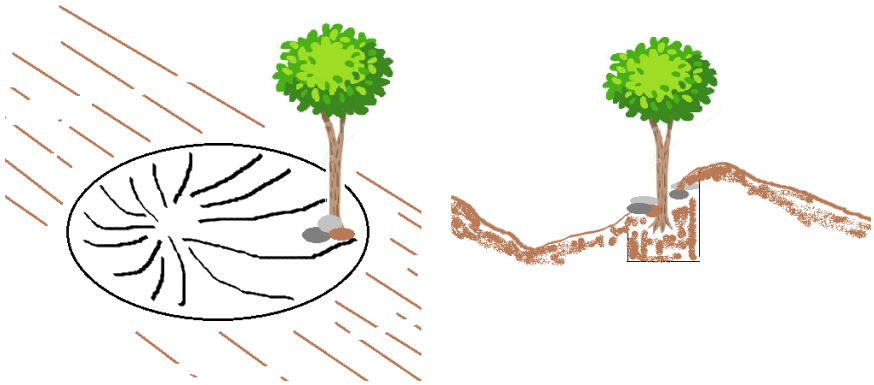


Figura 18. Esquema de vista superior y corte lateral del sistema español.

III.1.6. Protección

El objetivo de esta actividad es evitar la destrucción o daño de la reforestación por posibles agentes que pueden ser controlados por el hombre. Es importante precisar que el proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de las

plantas puede morir si no se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento (CONAFOR, 2010).

Esta actividad se hará mediante cercos de alambre de púas o, en su caso, de piedra, para mantener a agentes como el ganado fuera de los terrenos a reforestar, ya sean de rehabilitación o de compensación.

III.1.7. Mantenimiento

El periodo de mantenimiento durará aproximadamente 9 meses. Durante este periodo se llevarán distintas actividades cuyo principal fin es permitir que la planta se establezca con éxito. Las principales actividades que realizar son:

a) Mantenimiento a las obras de conservación de suelo. Para cada ejemplar se construyó una terraza individual, la cual deberá ser desazolvada anualmente durante un periodo de 3 a 5 años, para garantizar que durante ese tiempo la terraza esté almacenando agua para mejorar las condiciones de humedad del ejemplar.
b) Riego. Se realizará un riego inicial el mismo día de la plantación o al siguiente día de ser trasplantadas. Los riegos dependerán de la especie que se trate y de la precipitación pluvial en el área. Su programación se basará en el reporte de supervisión del rescate de flora silvestre.
c) Aplicación de fertilizantes y funguicidas e insecticidas. Dada la respuesta que presenten los individuos rescatados a las nuevas condiciones del sitio de reubicación se podrá efectuar la fertilización en función de una dosis indicada. Así también se requiere de un monitoreo constante para detectar oportunamente la presencia de cualquier plaga que se presenta para ser atacado y evitar focos de infección. La aplicación de funguicidas se realiza principalmente cuando alguna planta sufre alguna herida. Mediante la supervisión se determinará si algún ejemplar requiere de este tipo de tratamiento y se hará una pronta programación para llevarla en cabo en las plantas que sea necesario.

Esas actividades de mantenimiento se deberán realizar en función de las condiciones de la planta y del sitio de plantación. Además, se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación. Se deberá además elaborar un calendario de las actividades de rescate que será contemplado con la supervisión.

III.2. Número de individuos por especies a utilizar

Considerando la lista de especies registradas en las áreas de afectación del proyecto, los criterios de selección previamente establecidos y los resultados de un análisis comparativo de la abundancia de las especies entre el área del proyecto y la región ecológica de referencia, se determinó que en las 5.7714 ha de bosque de pino-encino se verán comprometidos aproximadamente 30,408 individuos. Por su parte, en las 2.4810 ha de bosque de encino se afectarán 248 individuos.

En conjunto, se estima una afectación total de 30,656 individuos de flora. Como medida de compensación ambiental, se contempla la producción y establecimiento de un número equivalente de individuos dentro del programa de reforestación, con el objetivo de contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal y mantener la funcionalidad ecológica del área intervenida.

De acuerdo con el manual “Practicas de reforestación” publicado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) las densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema son las siguientes.

Cuadro 30. Densidad promedio por hectárea y tipo de ecosistema

Ecosistema (Densidad por ha)			
Bosque de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Máximo 1,600 Mínimo 1,100	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 2000 Mínimo 800

Con base en una densidad máxima de establecimiento de 1,600 individuos por hectárea para ecosistemas de bosque de coníferas y una superficie propuesta para reforestación de 8.2524 ha, se estima la utilización de un total de 43,860 individuos para la ejecución del programa de reforestación.

Del total proyectado, 30,656 individuos corresponderán a ejemplares recuperados mediante las actividades de rescate y reubicación de flora derivadas del desarrollo del proyecto. Los 13,204 individuos restantes serán obtenidos de viveros locales o regionales que garanticen la disponibilidad de especies nativas y compatibles con las condiciones ecológicas del sitio. En caso de no contar con la disponibilidad requerida, dichos ejemplares serán producidos por el promovente conforme a las especificaciones técnicas del programa de reforestación.

A continuación, se presenta el cuadro con la distribución detallada de los individuos que serán utilizados para el establecimiento y fortalecimiento de las áreas sujetas a reforestación.

Cuadro 31. Superficie objeto del programa de reforestación

Tipo de vegetación	Superficie de mitigación (ha)	Cantidad de planta del Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Cantidad de Planta del Programa de Reforestación	Cantidad de planta total	Densidad (Ind /ha)
Bosque de pino-encino (5.7714 ha)	5.7714	30408	9234	39642	6869
Bosque de encino (2.4810 ha)	2.481	248	3970	4218	1700
Total	**8.2524**	**30656**	**13204**	**43860**	**8569**

En el siguiente cuadro se presenta el número de individuos por especie a utilizar en este Programa.

Cuadro 32. Especies y cantidad de planta a adquirir para el programa de reforestación

Tipo de vegetación	Especie	NOM-059	Distribución	Individuos por rescatar	Método de rescate u obtención de planta	Programa al que corresponde
Bosque de pino-encino (5.7714 ha)	*Baccharis salicifolia*	-		72	Extracción de individuos	Rescate y reubicación
	Quercus conspersa	-	Endémica	252		
	Comarostaphylis glaucescens	-	Endémica	36		
	Tillandsia bourgaei	-	Endémica	469		
	Viridantha atroviridipetala	-	Endémica	721		
	Tephrosia pringlei	-	Endémica	28857	Recolección de germoplasma	
	Pinus oocarpa	-		3078	Vivero	Reforestación
	Quercus conspersa	-		3078		
	Bejaria aestuans	-		3078		

Tipo de vegetación	Especie	NOM-059	Distribución	Individuos por rescatar	Método de rescate u obtención de planta	Programa al que corresponde
Bosque de encino (2.4810 ha)	*Quercus magnoliifolia*	-	Endémica	248	Extracción de individuos	Rescate y reubicación
	Quercus magnoliifolia	-	Endémica	1985	Vivero	Reforestación
	Quercus rugosa	-		1985		
Total				**43860**		

III.3. Características biológicas de las especies a utilizar

La elección de especies para la reforestación es un proceso crucial, ya que se puede aseverar que de este depende el éxito o fracaso en el establecimiento de los individuos. De acuerdo con CONAFOR (2010), para la selección de especies es necesario realizar recorridos en sitios cercanos que presenten condiciones ambientales similares. Por su parte Arriaga *et al*. (1994) propone evaluar los siguientes criterios:

- Características ambientales del sitio: para la elección de especies se debe dar preferencia a aquellas que se establecen en los sitios que presentan vegetación secundaria arbórea y arbustiva, ya que es aquí en donde se encuentran principalmente las más resistentes, de más rápido crecimiento y que se adaptan a condiciones ambientales limitantes. No es recomendable escoger especies de la vegetación primaria para reforestar sitios muy degradados, porque generalmente, además de ser de crecimiento lento, requieren de condiciones ambientales estables y con menores limitaciones.
- Disponibilidad de propágulos: la falta de propágulos suficientes y además presenten buenas características como un elevado vigor y un aspecto saludable pueden afectar la producción masiva de plantas para reforestar.
- Especies representativas de la región, tomando en cuenta que poseen las características necesarias para adaptarse a las condiciones ambientales actuales del AP.
- Especies de fácil adquisición en viveros locales o regionales,
- Especies que permitan la sucesión ecológica
- Especies de importancia ecológica para los ecosistemas tomando en cuenta los índices de diversidad, de tal manera que conserve la estructura y composición florística, con el propósito de caracterizar a los ecosistemas nativos.

Considerando la lista de especies registradas en áreas aledañas a la zona del proyecto y los criterios de selección antes expuestos, se realizó una revisión bibliográfica intensiva que arrojo el siguiente cuadro con especies de alto potencial para reforestación.

Cuadro 33. Características de las especies propuestas

Especie	Características biológicas	Características técnicas	Justificación
Baccharis salicifolia	Arbusto perenne de 1–4 m; hojas lanceoladas semejantes a las del sauce; flores pequeñas agrupadas en capítulos blancos o crema; floración principalmente de verano a otoño.	Habita márgenes de ríos, arroyos y zonas perturbadas; tolera sequía moderada. Usos: restauración de áreas degradadas, control de erosión y atracción de polinizadores.	Especie pionera que favorece la estabilización de suelos y la recuperación de la vegetación en sitios alterados.
Bejaria aestuans	Arbusto de 1–3 m; hojas simples, coriáceas; flores vistosas rosadas a rojizas; floración en primavera-verano.	Presente en bosques templados y matorrales de montaña. Uso ornamental y ecológico por su aporte de néctar para polinizadores.	Contribuye a la diversidad estructural del sotobosque y al mantenimiento de interacciones planta-polinizador.
Comarostaphylis glaucescens	Arbusto o arbolito de 2–8 m; hojas simples, coriáceas; flores blancas en racimos; frutos tipo baya rojiza; floración en primavera.	Habita bosques de encino y pino-encino. Usos en restauración ecológica y como fuente de alimento para fauna silvestre.	Favorece la alimentación de aves y mamíferos, contribuyendo a la dispersión de semillas y a la dinámica del ecosistema.
Pinus oocarpa	Árbol perennifolio de 15–35 m; hojas aciculares en fascículos; conos ovoides; floración y producción de polen generalmente de invierno a primavera.	Se desarrolla en bosques templados y tropicales subhúmedos entre 700–2,000 msnm. Usos maderables, resina y restauración forestal.	Especie estructural que contribuye a la captura de carbono, protección de suelos y mantenimiento de hábitats forestales.
Quercus conspersa	Árbol de 10–25 m; hojas simples, gruesas, margen dentado; flores en amentos; fructificación mediante bellotas.	Habita bosques de encino y pino-encino. Usos en conservación, leña y protección de cuencas.	Proporciona alimento y refugio a fauna silvestre y participa en procesos de infiltración y conservación de suelo.
Quercus magnoliifolia	Árbol de 8–20 m; hojas grandes, coriáceas, semejantes a las de magnolia; flores en amentos; fructifica en bellotas.	Común en bosques de encino de clima templado-subhúmedo. Usos en restauración y conservación de biodiversidad.	Especie dominante en numerosos bosques de encino, esencial para mantener la estructura y funcionalidad ecológica.
Quercus rugosa	Árbol de 8–25 m; hojas gruesas con superficie rugosa; flores unisexuales en amentos; fructificación en bellotas.	Habita bosques templados entre 1,800–3,200 msnm. Usos en restauración, conservación de suelo y captura de carbono.	Especie clave de los bosques templados mexicanos que favorece la infiltración hídrica y la conservación de la biodiversidad.

Especie	Características biológicas	Características técnicas	Justificación
Tephrosia pringlei	Herbácea o subarbusto perenne; hojas compuestas; flores papilionadas rosadas o púrpuras; floración en temporada de lluvias.	Se desarrolla en matorrales y bosques abiertos. Como leguminosa contribuye a la fijación de nitrógeno.	Mejora la fertilidad del suelo y favorece procesos de sucesión ecológica en áreas perturbadas.
Tillandsia bourgaei	Planta epífita; hojas en roseta; inflorescencias vistosas con brácteas coloreadas; floración generalmente en época seca.	Crece sobre ramas de árboles en bosques templados. Uso ornamental y valor ecológico por generar microhábitats.	Contribuye a la diversidad epífita y proporciona refugio para diversos invertebrados.
Viridantha atroviridipetala	Bromelia epífita o saxícola de pequeño tamaño; hojas rígidas en roseta; flores verdosas; floración variable según condiciones ambientales.	Habita bosques de encino y zonas rocosas. Especie de importancia ecológica y ornamental.	Incrementa la complejidad estructural del ecosistema y participa en la captura de humedad atmosférica.

III.4. Medidas de corrección en caso de supervivencia menor al 80% de individuos plantados en los sitios definitivos

En los apartados anteriores se han descrito diversas acciones que ayudarán al establecimiento exitoso de la plantación, empezando por la selección de especies nativas y de vegetación secundaria. Dichas especies son más resistentes y se adaptan mejor a condiciones limitantes del ambiente.

Otro aspecto que se consideró es la calidad de la planta, para lo cual se realizarán evaluaciones utilizando los criterios morfológicos y fisiológicos sugeridos por CONAFOR (2010).

Además, de las acciones anteriores se propone el monitoreo anual del porcentaje de sobrevivencia. En caso de presentarse una sobrevivencia menor a lo establecido en los objetivos (sobrevivencia del 80%), se verificarán las condiciones y la metodología aplicada, a fin de corregir cualquier desviación de ésta. De ser necesario se presentarán medidas de mitigación de emergencia, las cuales podrían incluir la reproducción mediante esquejes de las especies que estén siendo afectadas y alcanzar la meta fija sin detrimento de la preservación de los organismos.

No obstante, de ser necesario, esta actividad se llevará a cabo para lograr y mantener el 80% de supervivencia. Para lo cual el promovente deberá recurrir a la adquisición de la planta o bien producirla en un vivero temporal.

IV. Obras o actividades determinadas para la conservación y restauración de suelos

Al formar parte de los ecosistemas, el suelo contribuye de manera sustancial a la provisión de servicios ambientales de soporte, regulación y provisión, indispensables para el sustento de la humanidad, razón por la cual surge la importancia del cuidado de este recurso y la necesidad de su conservación.

Las prácticas de manejo de suelos son obras cuyo propósito es lograr de manera efectiva el control de la erosión, a través de acciones orientadas a: reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo; reducir el volumen y velocidad de la escorrentía; e incrementar la resistencia del suelo a la erosión.

En el caso de los proyectos de vías generales de comunicación, las obras de conservación de suelos forman parte de las medidas de mitigación y compensación ambiental propuestas para la disminución de impactos negativos sobre el ambiente.

Las prácticas de conservación pueden clasificarse en estructurales o no estructurales, temporales o permanentes, mecánicas o vegetativas, de acuerdo con el objetivo que persiguen, los costos de establecimiento o los factores limitantes del suelo, etc., sin embargo, cada uno de estos sistemas de clasificación convergen en su búsqueda por asegurar la preservación del recurso suelo. Para la selección del tipo de obra a realizar se suelen utilizar los siguientes criterios:

- Tipo de suelo
- Tipos erosión a controlar
- Pendiente
- Tipo de vegetación en la zona
- Relieve

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), la Region Ecológica está representada Litosol. En el siguiente cuadro se desglosa la superficie ocupada por cada tipo y en la figura la distribución.

Cuadro 34. Distribución de superficies del RE, AI y AP con respecto a la edafología

Clave	Tipo	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
I	Litosol	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

A continuación, se describen los diferentes tipos de suelo presentes en la RE:

- **Litosol**. Los Litosoles son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad. Existen situaciones en las que es posible observar un material gravilloso grueso entre el horizonte A y la roca consolidada, producto de la meteorización de esta última, lo que puede considerarse como un incipiente horizonte C. Carecen de horizonte diagnóstico subsuperficial presentando en la gran mayoría de los casos un perfil de secuencia A-R con horizonte diagnóstico superficial ócrico, úmbrico o melánico. El horizonte A es muy variable en sus características pudiendo presentar:
  - Espesores menores a 5 cm cuando el material parental sobre el cual se desarrolla es muy resistente a la meteorización.
  - Texturas desde franco arenosa o francas derivadas de areniscas y granitos hasta arcillo limosas en litosoles derivados de basalto
  - Elevados niveles de carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, saturación en bases y colores oscuros cuando se desarrollaron a partir de basalto, contrastando con los valores alcanzados por los litosoles de coloraciones más claras originados sobre granito y areniscas silicificadas.
  - Coloraciones rojizas que reflejan el elevado contenido de hierro libre, texturas francas y alta saturación en bases. Son los litosoles más superficiales de la cuesta basáltica.

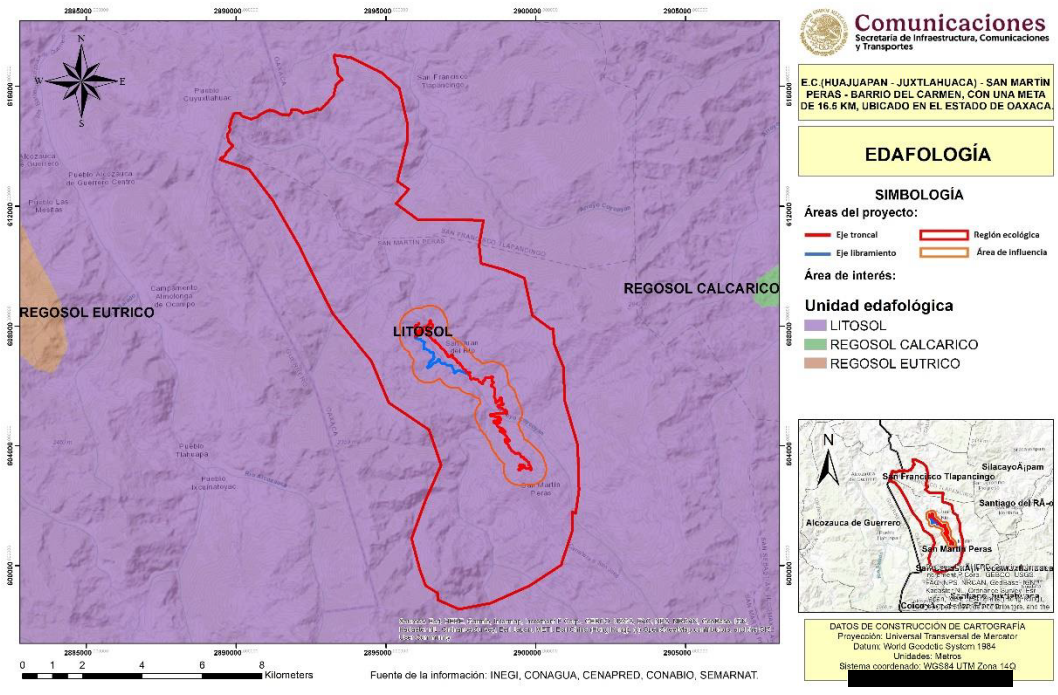


Figura 19. Unidades de suelo presentes en la RE y área de proyecto.

Degradación del suelo

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define a la degradación como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Este término a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo, sin embargo, la erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo

A partir de la base en la carta de degradación del suelo en la República Mexicana de SEMARNAT, la RE, el AI y el AP presentan **erosión hídrica**, tal y como se observa a continuación.

Cuadro 35. Tipos de erosión presentes en el RE, AI y AP

Tipo	Grado	Causa	RE		AI		AP	
			Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Erosión hídrica con deformación del terreno	Moderado	Sobrepastoreo	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	**100%**
Total			**9,285.96**	**100%**	**1004.2342**	**100%**	26.6115	**100%**

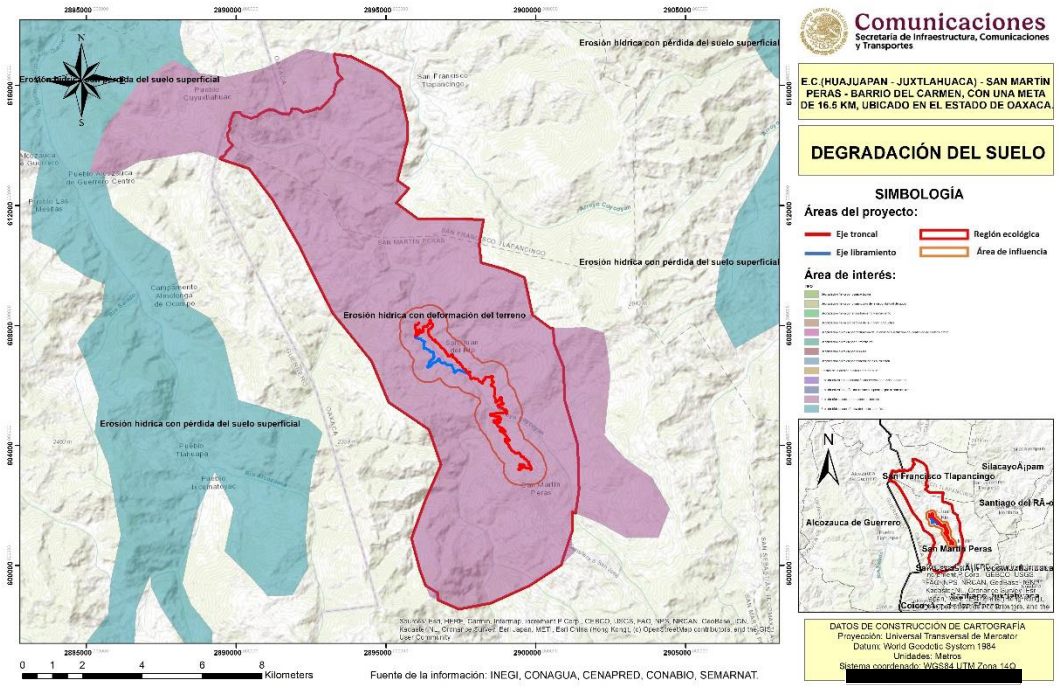


Figura 20. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a la degradación del suelo

Erosión hídrica La compleja topografía del territorio nacional es un factor que, combinado con el manejo inadecuado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, puede favorecer las escorrentías que erosionan las capas superficiales del suelo. La erosión hídrica se divide en tres tipos: deformación de terreno, efectos fuera de sitio y pérdida de suelo superficial. Este último tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua. Los otros dos tipos de erosión hídrica están muy relacionados entre sí. Cuando el suelo es arrastrado por el agua debido a que no hay suficiente protección por parte de la vegetación, se llegan a formar canales y cárcavas. Estas deformaciones del terreno permiten el escurrimiento de una gran cantidad de agua y el arrastre de sedimentos que pueden llegar a presas, ríos o lagunas, entre otros cuerpos de agua, contribuyendo a su contaminación, azolvamiento e incluso a que lleguen a desbordarse e inunden zonas aledañas. A esto se le conoce como efectos fuera de sitio de la erosión hídrica. De la superficie nacional con erosión hídrica (22.73 millones de ha), 56.4% se encuentra en el nivel ligero, 39.7% en el nivel moderado y 3.9% entre fuerte y extremo. Si se analiza a nivel estatal, en proporción a su superficie, Guerrero tiene la mayor afectación con 31.8% de su territorio con erosión hídrica; mientras que Baja California Sur (0.03%), Baja California (0.1%) y Veracruz (1%) se encuentran entre las menos afectadas.

IV.1. Obras propuestas para la conservación de suelos

IV.1.1. Limpieza y restauración de superficies contaminadas con residuos sólidos, residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos

El manejo de los residuos sólidos comprende las diferentes fases del ciclo: generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición en algún sitio. Uno de los objetivos principales del manejo es la protección y el mejoramiento de la salud, a partir de reducir los riesgos de los seres humanos a lesiones, accidentes, molestias y enfermedades, originados por la exposición y el contacto con estos desperdicios. El manejo inadecuado de la basura no sólo causa la contaminación del suelo, también puede afectar a la atmósfera, las aguas superficiales y subterráneas, y el paisaje urbano y natural.

Se proponen las siguientes medidas de manejo de residuos:

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio.

- Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se

deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.

- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emitan para el efecto las autoridades correspondientes.
- Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte por la contratista a un sitio determinado de acopio, de donde serán colectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.
- Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.



Figura 21. Ejemplos de la colocación y rotulación de contenedores de residuos

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos.

Además, deberá presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

IV.1.2. Residuos sanitarios

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios

es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 6 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.



Figura 22. Ejemplos de la utilización de sanitarios portátiles en la construcción de proyectos similares.

IV.1.3. Áreas de almacenamiento de residuos solidos

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio.

- Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emitan para el efecto las autoridades correspondientes.
- Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte por la contratista a un sitio determinado de acopio, de donde serán colectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.

- Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos.

Además, deberá presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos o en su defecto contar con las autorizaciones correspondientes por las delegaciones o municipios involucrados.

La empresa constructora deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios).

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

IV.1.4. Áreas de apilamiento de suelo y residuos vegetales

Otra medida de mitigación para la construcción del proyecto es la reutilización del material producto del desmonte y despalme; mediante la trituración de este material y el composteo creando un material que puede ser utilizado en la reforestación como abono orgánico o en su caso como capa protectora de suelos propensos a degradación, toda vez que este material contiene semillas que pueden contribuir al proceso de revegetación natural del sitio.



Figura 23. Ejemplo de la trituración y Composteo de material resultado del desmonte y despalme

Una vez triturada la vegetación se deberá arropar las zonas desprovistas de vegetación sobre el derecho de vía, para que de esta forma se evite la erosión del suelo.

La protección del suelo como la protección a la vegetación resulta importante ya que estas son complementarias de acuerdo con la asociación que existe suelo-planta. Bajo este contexto la construcción del proyecto pretende conservar o en su caso mejorar las condiciones ambientales actuales de la zona llevando a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, restauración y compensación que se proponen en el presente programa.



Figura 24. Ejemplo de la protección del suelo con material resultado de la composta.

IV.1.5. Construcción de terrazas de seto o cerco vivo, terrazas de formación sucesiva, terrazas individuales.

Las prácticas de conservación pueden clasificarse en estructurales o no estructurales, temporales o permanentes, mecánicas o vegetativas, de acuerdo con el objetivo que persiguen, los costos de establecimiento o los factores limitantes del suelo, etc., sin

embargo, cada uno de estos sistemas de clasificación convergen en su búsqueda por asegurar la preservación del recurso suelo. Para la selección del tipo de obra a realizar se suelen utilizar los siguientes criterios:

- Tipo de suelo
- Tipos erosión a controlar
- Pendiente
- Tipo de vegetación en la zona
- Relieve

Anteriormente se mencionó que los tipos de suelo presentes en el área de proyecto se caracterizan por ser susceptibles a degradación hídrica, que de acuerdo con INEGI se deben principalmente a actividades agrícolas y sobrepastoreo. Por otro lado, tenemos que el relieve dominante son sierras y cañones con presencia de vegetación de matorral submontano. Con base en lo anteriormente expuesto, las actividades propuestas para la conservación de suelo son las siguientes:

- **Terrazas individuales**

Las terrazas individuales son terraplenes en contrapendiente y de forma circular que se construyen alrededor de alguna especie vegetal, a manera de diques pequeños de tierra en forma de círculo o semicírculo, cuyos extremos terminan sobre una curva de nivel (COLPOS, 1991); en la siguiente imagen se presenta un ejemplo de la construcción de terrazas individuales.

Entre los objetivos de su construcción se encuentran el control de la erosión, retención y conservación de la humedad en áreas localizadas, favorecimiento del desarrollo de especies forestales, favoreciendo la aplicación de fertilizantes e incrementando la sobrevivencia de árboles en una reforestación (CONAFOR, Protección, restauración y conservación de suelos forestales, 2018).

Para el presente programa se trazará la ubicación de las terrazas de acuerdo con la ubicación de las plántulas en reforestación, la cual se realizará mediante un sistema de tres bolillo. Cabe señalar que en la sección anterior se identificó que será necesario la construcción de **5504 terrazas**.

La metodología para realizar su construcción es conforme al manual de obras y prácticas para la protección, restauración y conservación de suelos forestales (CONAFOR, Protección, restauración y conservación de suelos forestales, 2018). Los pasos son los siguientes:

1. A partir de la curva o hilera se establece el distanciamiento entre plantas y entre las otras curvas a nivel o hileras, con una distribución en un diseño principalmente

a tresbolillo, ya que el diseño de marco real no captaría todos los escurrimientos del terreno.

2. Se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho bordo puede reforzarse con piedras u otro material.
3. Mediante el uso de una estaca y una cuerda de 50 centímetros de largo, se coloca la estaca sobre la línea de la curva y con la cuerda se marca un círculo. Las terrazas individuales deben tener como mínimo un metro de diámetro y al menos 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con materiales disponibles.
4. Excavar o rebajar la parte alta del círculo trazado (1) y el material se arroja aguas abajo (2) hasta que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 centímetros y el piso de esta quede a contrapendiente.
5. Con el producto de la excavación se construye el bordo, aguas abajo, en forma de medialuna, para conducir los escurrimientos hacia las terrazas ubicadas en la curva a nivel aguas abajo.
6. La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación, procurando que su arreglo sea en “tresbolillo”.
7. Para realizar la plantación de especies forestales se coloca la planta en el centro o en el borde de la terraza, según las características de humedad del terreno. La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo

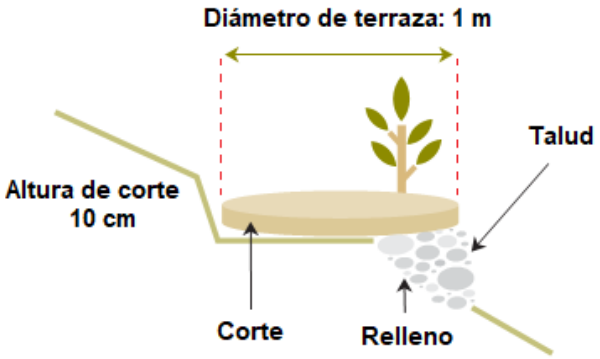


Figura 25. Esquema de terraza individual.

V. Acciones para la protección y conservación de cuerpos hídricos

Las obras para la construcción de puentes y caminos incluyen actividades que en ocasiones podrían repercutir en flujo y calidad de los cuerpos de agua superficial y subterránea presentes en el área de proyecto.

Es por ello, que previo a la implementación del proyecto se deben de identificar los cauces de las corrientes que atraviesan el derecho de vía del proyecto, así como las corrientes cuyas cuencas de captación abarcan el derecho de vía u obras de apoyo temporales o permanentes, así como los cuerpos de agua naturales o artificiales que pudieran verse afectados por las obras de construcción temporales o permanentes.

V.1. Características ambientales de las áreas donde se registró la presencia de corrientes de agua.

Con base en los mapas de las regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas, a continuación, se indica a qué unidades pertenece el Sistema Ambiental, el Área de Influencia y el Área del proyecto, y finalmente se presentan los mapas de la hidrología superficial.

Región hidrológica

Las Regiones hidrológicas están conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas; en ellas se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas, por lo que sus límites son, en general, distintos a la división política por estados y municipios. De manera particular el proyecto se encuentra en la región hidrológica Balsas.

Cuadro 36. Región hidrológica presentes en la RE, AI y AP

Clave	Región hidrológica	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18	Balsas	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	26.6115	100%

Región hidrológica Balsas: incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados. la Región Hidrológica número 18 Balsas, se ha dividido en las Subregiones Hidrológicas Alto, Medio y Bajo Balsas. La primera está integrada por las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Alto Atoyac, Río Nexapa, Río Bajo Atoyac, Río Mixteco, Río Tlapaneco y Río Amacuzac. La Subregión Hidrológica del Medio Balsas está formada por las cuencas hidrológicas Río Medio Balsas y Río Cutzamala. Por su parte, las cuencas hidrológicas de Río Tacámbaro, Río Cupatitzio,

Río Zirahuén, Río Paracho, Río Tepalcatepec y Río Bajo Balsas, están consideradas en la Subregión Hidrológica Bajo Balsas.

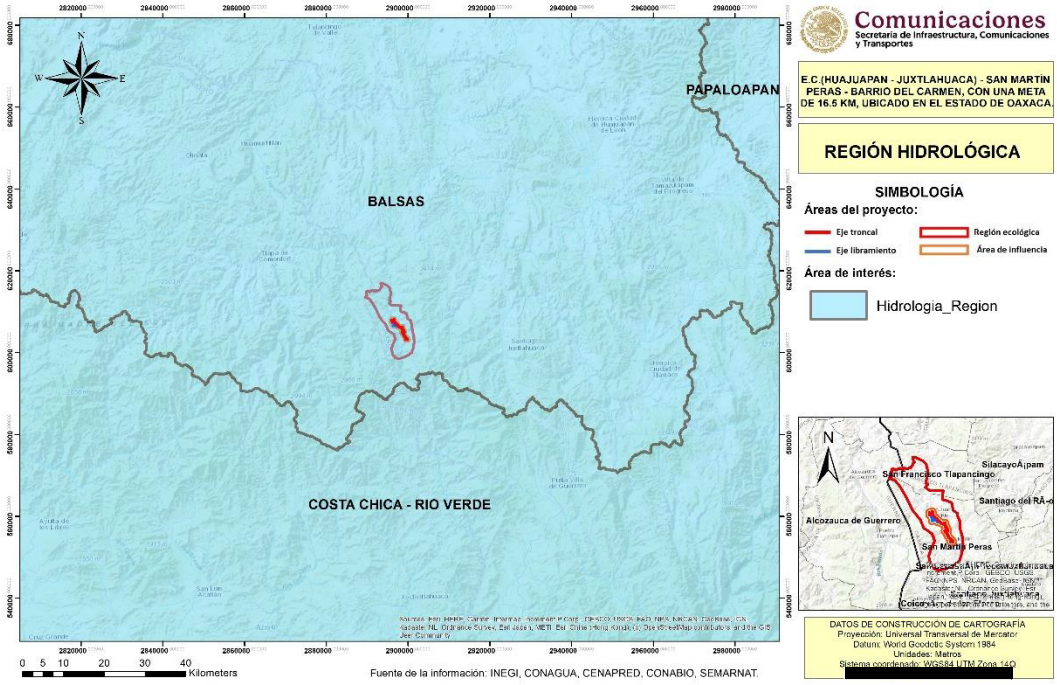


Figura 26.. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a Región hidrológica

Cuenca hidrológica

Las cuencas hidrológicas son unidades del territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. Para el proyecto el SAR, AI y AP se encuentran en la cuenca **R. Tlapaneco.**

Cuadro 37. Cuenca hidrológica presentes en la RE, AI y AP

Clave	Cuenca	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18E	R. tlapaneco	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	26.6115	100%

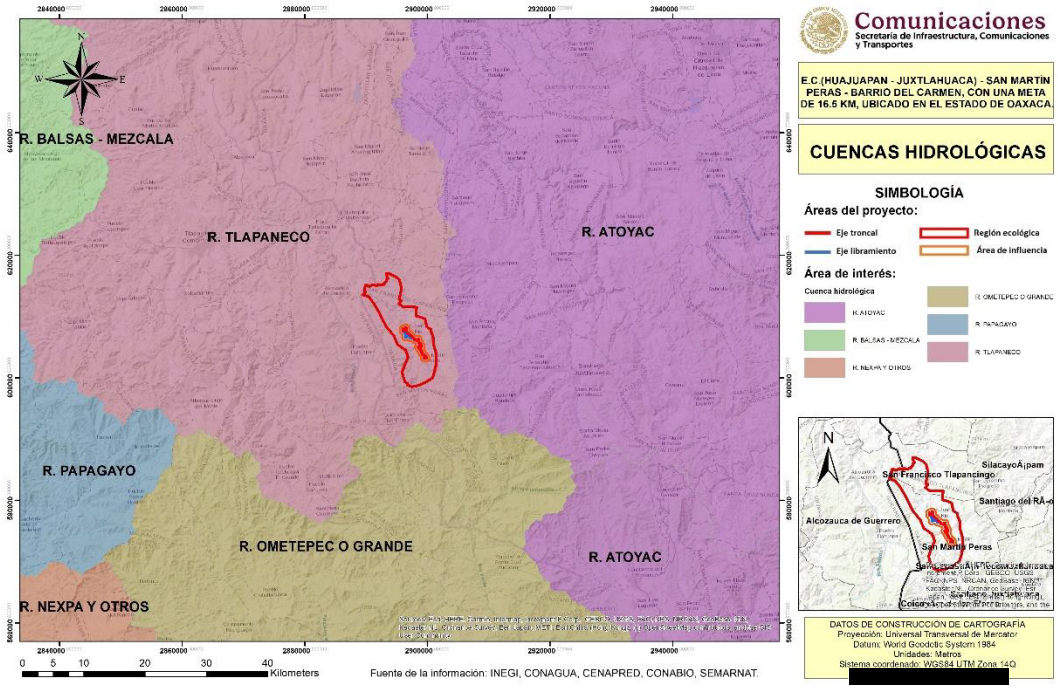


Figura 27.. Ubicación del RE, AI y AP con respecto a Cuenca hidrológica

Cuenca Hidrológica Río Tlapaneco (RH18E). Comprende desde el nacimiento del Río Tlapaneco, en las vertientes Norte de la Sierra de Coicoyán, en el Estado de Oaxaca, y de la Sierra de Malinaltepec en el Estado de Guerrero, en el complejo denominado Sierra Madre del Sur, hasta la ubicación de la estación hidrométrica Ixcamilpa, localizada en las coordenadas geográficas 98º 42' 30" de longitud Oeste y 18º 02' 15" de latitud Norte. La cuenca hidrológica Río Tlapaneco, tiene una superficie de aportación de 4,981.53 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Bajo Atoyac; al Sur por la Región Hidrológica número 20 Costa Chica de Guerrero; y al Este por la cuenca hidrológica Río Mixteco.

Subcuenca hidrológica

Subcuenca hidrográfica, también subcuenca, y según la Directiva Marco del Agua, hace referencia a las partes en que se puede dividir una cuenca hidrográfica, definiéndose las subcuencas como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua, siendo este punto de confluencia en que desemboca el río principal que conforma la subcuenca, y a su través, esa subcuenca. La RE, AI y AP se encuentran en una subcuenca, siendo la subcuenca R. Coycoyan.

Cuadro 38. Subcuencas hidrológicas presentes en el SAR, AI y AP

Clave	Cuenca	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH18Ec	R. Coycoyan	9,285.9616	100.00%	1004.2342	100.00%	26.6115	100%
Total		**9,285.9616**	**100.00%**	**1004.2342**	**100.00%**	**26.6115**	**100%**

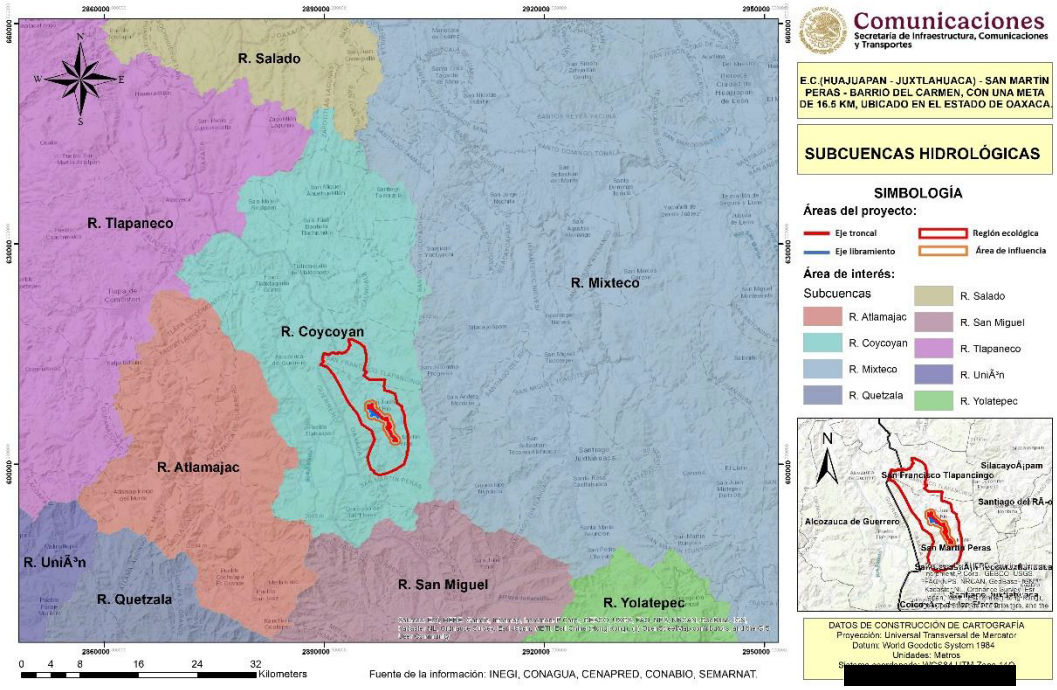


Figura 28. Ubicación del SA, AI y AP con respecto a Subcuenca hidrológica

Microcuenca hidrológica

Es importante mencionar que, en 2002 la SAGARPA instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), en el cual, se establecen propuestas de desarrollo integral que posteriormente son presentadas en proyectos específicos en beneficio de los habitantes de las microcuencas atendidas, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. De acuerdo con la Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM), realizada por el Colegio de Postgraduados (2007), se concluye que el diseño del programa es adecuado para alcanzar

el propósito consistente en la planeación-acción-gestión participativa aplicada al desarrollo rural integral a nivel de microcuencas. En lo que respecta al FIRCO, el objetivo principal es revertir el deterioro de los ecosistemas a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad. De manera particular, el SAR se encuentra en 2 microcuencas FIRCO.

Cuadro 39. Microcuencas hidrológicas presentes en la RE, AI y AP

Clave	Microcuenca	RE		AI		AP	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
18-073-02-016	Ahuajutia (Ahuejutla)	6,017.27	64.80%	607.43	60.49%		
18-073-02-026	San Martin Peras	3,268.70	35.20%	396.81	39.51%		
Total		**9,285.96**	**100.00%**	**1,004.23**	**100.00%**	**26.6115**	**100.00%**

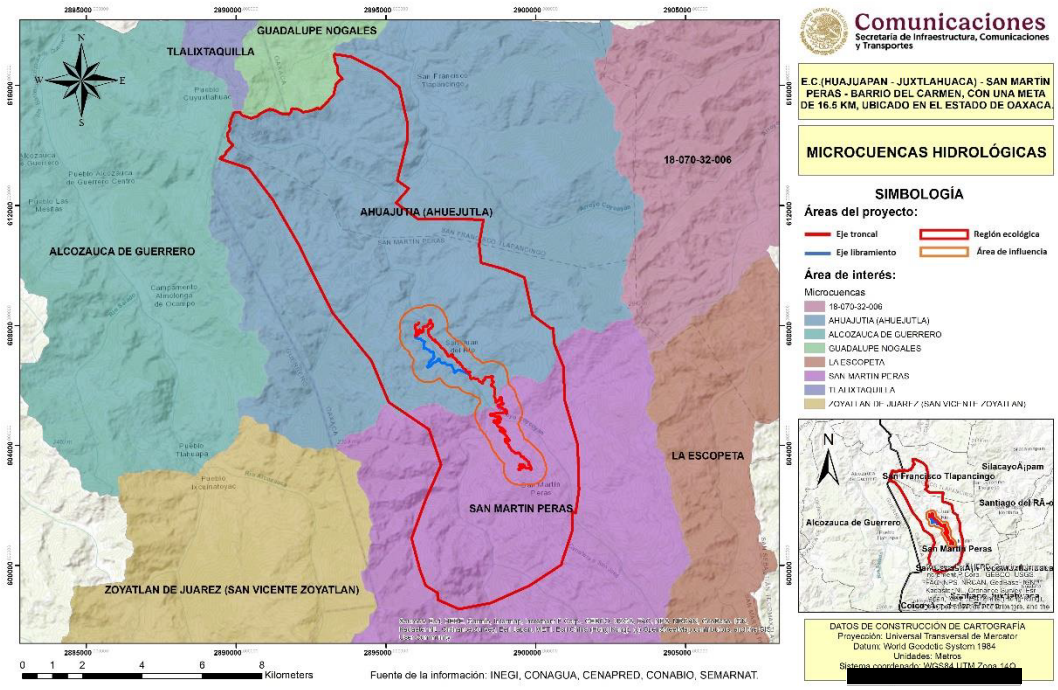


Figura 29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la microcuenca hidrológica.

Escurrimientos

Por otra parte, se realizó la consulta de la Red Hidrológica del INEGI, escala 1:50000, para ubicar los escurrimientos intermitentes y perenes que pudieran verse afectados o alterados por el Proyecto. En la cartografía de hidrología superficial se identifican los escurrimientos del área del proyecto, destacando el **Río Coicoyán** como la única corriente de tipo **perenne**. Este cuerpo de agua presenta tres intersecciones con los ejes del trazo. Por su parte, los

escurrimientos **intermitentes** actúan como ramales tributarios que drenan hacia dicho río durante la temporada de lluvias, registrando 10 interacciones con el proyecto. Rio Coicoyán: El río Coicoyán es un afluente vital en la región Mixteca de Oaxaca, México, que atraviesa el municipio de Coicoyán de las Flores. Nace en las colinas de Metlatónoc, fluye a través de la zona de la Zarzaparrilla y termina en el pueblo de Tlapancingo, siendo conocido por sus crecidas estacionales

Cuadro 40. Escurrimientos presentes en la zona del Proyecto

Escurrimientos presentes en la zona de proyecto		
Tipo	**Troncal**	**Ramal**
Perenne	2	1
Intermitente	8	5
Total	**10**	**6**

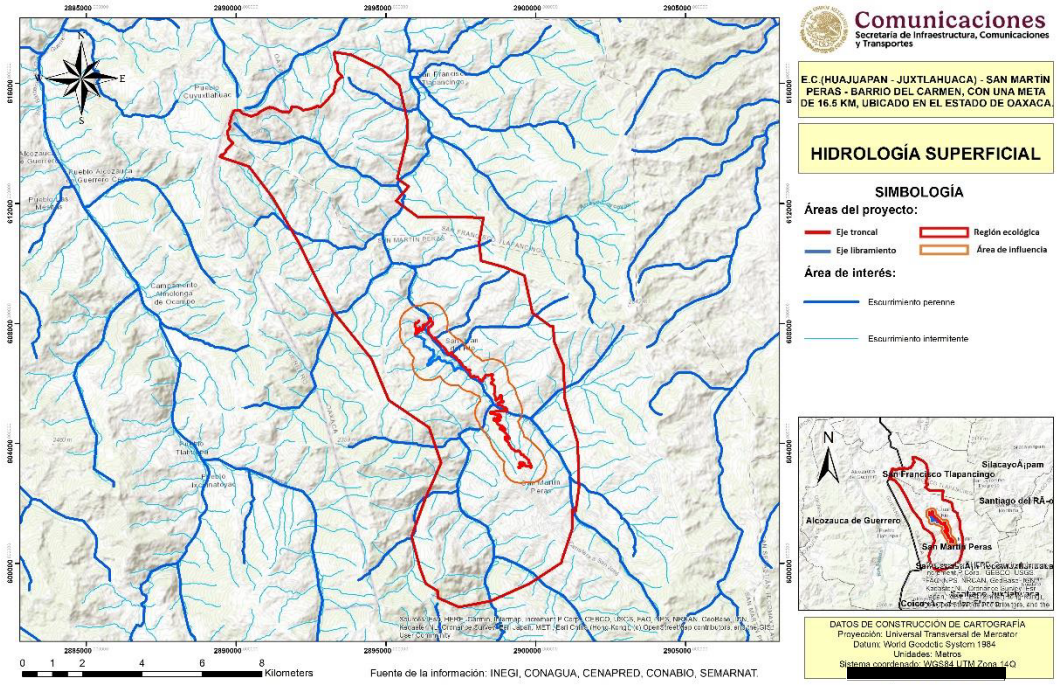


Figura 30. Ubicación de la RE y el AI con respecto a la hidrológica superficial.

V.2. Obras longitudinales de conservación de suelo y agua

En los siguientes cuadros se expresan actividades de protección para los recursos hídricos a realizar en los puntos donde el proyecto intercepta con escurrimientos de agua. Si bien

se recomienda realizar las actividades durante la temporada de estiaje para evitar desviar y modificar el patrón de escurrimientos o drenaje natural en el área del proyecto.

Cuadro 41. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de preparación del sitio

Impacto	Medida
Azolve de cauces y cuerpos de agua	• Evitar que se almacene o se tire material del desmonte o deslame en los escurrimientos adyacentes al proyecto • Establecer presas de decantación para que los sedimentos en suspensión sean retenidos en ellas antes de llegar a las corrientes cuyas cargas de sedimentos se incrementarán. Para determinar el número y la ubicación de ellas se debe hacer un análisis de la topografía y del patrón de drenaje para encontrar el sitio donde sean más efectivas.
Modificación del patrón natural de drenaje	• Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural. • Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes.

Cuadro 42. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de construcción

Impacto	Medida
Azolve de cauces y cuerpos de agua	• Evitar que se almacene o se tire material del desmonte o deslame en los escurrimientos adyacentes al proyecto • Establecer presas de decantación para que los sedimentos en suspensión sean retenidos en ellas antes de llegar a las corrientes cuyas cargas de sedimentos se incrementarán. Para determinar el número y la ubicación de ellas se debe hacer un análisis de la topografía y del patrón de drenaje para encontrar el sitio donde sean más efectivas.
Modificación del patrón natural de drenaje	• Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural. • Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y

Impacto	Medida
	permite mantener los caudales de los cauces preexistentes. • Construcción de obras de drenaje y subdrenaje

Cuadro 43. Medidas para la protección de recursos hídricos en la etapa de operación y mantenimiento

Impacto	Medida
Azolve de cauces y cuerpos de agua	• El responsable de las labores de mantenimiento deberá seguir un programa riguroso para las obras de control de la erosión, así como de la infraestructura de drenaje. • Desde el diseño deberá preverse que la construcción e instalación de estructuras de drenaje cuenten con las especificaciones de las normas en la materia, elaboradas por la SCT.
Efecto barrera	• Supervisar continuamente el funcionamiento de las obras especiales que se hayan construido para mitigar los efectos sobre los escurrimientos y la hidrodinámica en general, tales como cunetas, canales o presas. • El cumplimiento con las medidas de mitigación fundamentadas en las normas de construcción de obras y estructuras de drenaje de la SCT, mencionadas para el caso de los impactos por azolve y modificación del patrón de drenaje, contribuirá también a mitigar las consecuencias del efecto barrera.

V.3. Obras y acciones para la protección de los cuerpos hídricos

La modificación más relevante al componente hídrico es la disminución de la captación de agua al subsuelo debido a la compactación de este y a la colocación del pavimento que es impermeable, en este sentido se tiene contemplado realizar obras de drenaje, así como actividades de reforestación y restauración de flora en sitios perturbados para mitigar y compensar este impacto en el área de proyecto.

En el siguiente cuadro se presentan las medidas de mitigación propuestas para el proyecto a fin de disminuir el impacto ambiental.

Cuadro 44. Medidas de mitigación ambiental propuestas para recursos hídricos

Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Se vigilará que no existan vertimientos de aguas residuales y desechos de obra en los escurrimientos del lugar.	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca a los escurrimientos	Durante la etapa de construcción y con especial énfasis en las actividades realizadas cerca de escurrimientos	Realizar acciones de supervisión en cuanto al manejo, disposición, transporte y ubicación temporal de residuos o material de construcción cerca de escurrimientos	Disminuir la contaminación de escurrimientos
Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Vigilar el comportamiento de los escurrimientos de agua. Recuperación de forma manual de los materiales que pudiera contener los escurrimientos	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca al escurrimiento perenne. En caso de que previo a las actividades de preparación del sitio y construcción se encuentre evidencia de residuos o posibles contaminantes ajenos a las actividades del proyecto se deberán almacenar y manejar dichos residuos para evitar la contaminación del escurrimiento perenne. Recuperar de forma manual de cualquier material caído accidentalmente en los escurrimientos,	Durante la preparación del sitio y construcción	Realizar acciones de recolección y manejo de residuos o materiales ajenos al proyecto previo a la preparación del sitio y construcción en los escurrimientos,	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades
Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Previo a la realización de actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente para la construcción de obras de drenaje o actividades cerca de los escurrimientos,	Planeación de actividades evitando la temporada de lluvias	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades
Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Prohibición de derrame de residuos en los escurrimientos	Quedará estrictamente prohibido arrojar, verter o derramar residuos peligrosos y/o de manejo especial sobre los escurrimientos que se localizan en la zona del proyecto, estos tipos de residuos deberán ser	Durante la preparación del sitio y construcción	Adecuado manejo de residuos	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la ejecución de actividades

Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
			depositados en sus contenedores correspondientes para posteriormente hacer su adecuada disposición final.			
Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Monitoreo periódico de los escurrimientos con los que cruza el proyecto y actividades de mantenimiento de obras de drenaje	Una vez que el camino este totalmente en operación se deberán monitorear constantemente los escurrimientos por los que cruza el proyecto, para verificar que las escorrentías no se encuentren azolvadas y en caso de que alguna obra de drenaje requiera mantenimiento o reparación se actúe de inmediato.	Operación y mantenimiento	Monitoreo de las características de los escurrimientos y mantenimiento de obras de drenaje	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la operación del proyecto
Modificación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de carpeta asfáltica	Compensación	Actividades de Reforestación	La compactación de las superficies que ocupará el camino reducirá la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos de la superficie que ocupará el camino, por ello y para evitar la pérdida de superficie de captación se llevarán a cabo Acciones de Reforestación acorde a los diversos tipos de vegetación existentes que potencializarán la regeneración de nuevas zonas forestales y por ende la infiltración al suelo.	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Reforestación	Compensar la afectación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de la carpeta asfáltica
Erosión hídrica por eliminación de la cubierta vegetal.	Control y Prevención	Construcción de terrazas individuales	Desviar escorrentía antes de adquirir velocidad que provoque erosión, se deberán construir terrazas o bermas;	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Conservación de Suelo	Controlar y prevenir la erosión hídrica provocada por la eliminación de la cubierta vegetal
Modificación a la calidad del suelo y a la calidad del agua subterránea	Preventiva	Uso de sanitarios portátiles	Instalar y dar mantenimiento a sanitarios portátiles	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Dar mantenimiento oportuno a los sanitarios portátiles (responsabilidad de la empresa contratista)	Disminuir la contaminación al suelo y al agua subterránea
Modificación a la calidad del agua superficial de escurrimientos.	Preventiva	Buenas prácticas de transporte y almacenamiento de material	Colocar carpas en los vehículos de carga de material para evitar dispersión de polvos así como sobre el material de construcción cercano a escurrimientos para evitar su dispersión.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire
Modificación en la dirección del patrón normal de escorrentía	Preventiva	Construir las obras de drenaje evitando modificar de manera significativa el	Se deberá de construir las obras de drenaje conforme al diseño del proyecto pero evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escorrentía	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de la construcción de obras de drenaje que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción	Disminución en la contaminación de los escurrimientos

Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapa de implementación	Acción	Eficacia
		patrón normal de escorrentía			(bitácoras, fotografías y/o video)	
Modificación en la calidad del agua superficial	Preventiva	Acciones preventivas y de control para evitar contaminación en escurrimientos	Se deberá realizar un adecuado manejo y almacenamiento de residuos, así como materiales de construcción con la finalidad de evitar la contaminación de los escurrimientos	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos

V.3.1. Monitoreo periódico de los cuerpos de agua presentes en el proyecto

Durante el desarrollo del programa se deberá mantener un control y registro de las actividades planteadas, para lo cual se deberán utilizar los instrumentos necesarios (bitácoras, formatos, etc.) para asegurar y verificar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Se generarán informes de avances y desarrollo de actividades bajo los esquemas y medidas de mitigación establecidas, en el que se registrarán los resultados de las actividades de seguimiento.

Las obras y actividades deberán ser supervisadas por personal capacitado. El seguimiento se limita a verificar que no se viertan residuos sólidos o líquidos que pudieran generar contaminación de los cuerpos de agua.

V.3.2. Supervisión Ambiental

El responsable de la supervisión de actividades debe ser un profesionista con conocimientos en materia ambiental pudiendo ser un biólogo, ingeniero ambiental, ingeniero forestal o afín. El cual estará a cargo de elaborar las minutas y verificar que el personal de obra cumpla con las medidas de mitigación descritas en la MIA y las medidas adicionales que se incluyen en el Resolutivo de Impacto Ambiental.

Además, para cumplir cabalmente con lo solicitado por la autoridad en materia ambiental, se contará con dos ayudantes generales que podrán apoyar en la toma de evidencia fotográfica y video, así como recorridos en el área de trabajo a fin de juntar evidencia que de soporte al cumplimiento de las medidas ambientales durante las jornadas de trabajo.

VI. Indicadores de desempeño y éxito para evaluar la eficiencia del programa

VI.1. Reforestación

Después de haber establecido la plantación y de brindarle acciones para garantizar su supervivencia, se procederá a realizar el monitoreo mensual, en donde se evaluará a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, en este caso se emplearán la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de la planta, la forma de obtenerlos es la siguiente:

Sobrevivencia. La sobrevivencia se refiere a la proporción de individuos vivos en relación con el número de individuos plantados. Para obtener el porcentaje de sobrevivencia se utilizará la formula siguiente:

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Individuos vivos despues del trasplante}}{\text{Individuos trasplantados}} \times 100$$

Vigor. Para determinar el vigor en los individuos plantados se utilizará la siguiente clasificación:

a) Excelente. Es aquel individuo que sobresale por su porte y tiene una altura superior a los demás, el diámetro también puede ser de los mayores o por lo menos superior al promedio y además tiene una buena conformación;
b) Vigor normal. Son individuos que tienen características comunes a la mayoría del arbolado, tanto en crecimiento en altura como en diámetro y conformación; y
c) Raquítico. Son individuos que crecieron suprimidos o que su desarrollo en altura y diámetro está muy por abajo del nivel de los demás, y puede ser un árbol que está próximo a morirse.

Estado fitosanitario. Por medio de este indicador se conocerá la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

Para evaluar la posible afectación a individuos por agentes externos se utilizará la siguiente clasificación:

1) Ausencia de daño: no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades;
2) Daño humano: manifiesta heridas causadas por el hombre;
3) Incendios, presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje;
4) Insectos: daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores;
5) Viento, descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire;
6) Enfermedades, daños causados o indicados principalmente por hongos (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis);
7) Roedores, daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones;
8) Pastoreo, pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos y
9) Otros, cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

En caso de presentarse una sobrevivencia menor a lo establecido en los objetivos (sobrevivencia del 80%), se verificarán las condiciones y la metodología aplicada, a fin de corregir cualquier desviación de ésta. De ser necesario se presentarán medidas de mitigación de emergencia, las cuales podrían incluir la reproducción mediante esquejes de las especies que estén siendo afectadas y alcanzar la meta fija sin detrimento de la preservación de los organismos.

VI.2. Conservación de suelos

Los indicadores en las obras de conservación de suelos constituyen herramientas que nos permiten monitorear y evaluar el desempeño de las obras de conservación propuestas desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo. Después del establecimiento de las obras de conservación de suelos y agua (terrazas individuales), se procederá a realizar el monitoreo año con año hasta cumplirse seis años, para ello se utilizarán los siguientes indicadores:

- Retención de suelo en obras: el objetivo de este indicador es estimar la capacidad de almacenamiento de agua y sedimentos de las obras. El método utilizado para este indicador consiste en la cubicación en campo del espacio de almacenamiento, con el que se obtendrá en primera instancia, el volumen potencial de retención, posteriormente se obtiene el volumen de sedimento por metro lineal de obra; una vez hecho lo anterior se estimará la cantidad real de obra construida por hectárea
- Porcentaje de retención de suelo en obras: se refiere a la cantidad de suelo retenido en obras respecto a la erosión actual del suelo actual sin obras. Para calcular la erosión total en un segmento de pendiente se utilizará la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos.
- Porcentaje de cobertura vegetal del suelo: la estimación de cobertura se puede realizar por medio de software como SIDELOOK de Michael Nobis, el cual nos permite obtener parámetros estructurales de la vegetación (estratos) y su porcentaje de cobertura.
- Captación de agua en obras: se asocia al volumen potencial de captación, el cual se determina con base en la cubicación de su geometría y distribución en el terreno (estimado en el apartado de Retención de suelo en obras de ladera y cárcavas).

Además de los indicadores anteriores, también se evaluará la calidad y funcionalidad de las obras de conservación. A continuación, se presenta un cuadro tipo para el registro de las obras de conservación de suelo. Para evaluar el indicador de condición se utilizarán tres categorías: 1) Estable, 2) Débil y 3) Destruida.

Respecto a la evaluación del daño se tomarán en cuenta características particulares de acuerdo con el grado del daño o el origen, utilizando la siguiente clasificación; 1) Daño

humano. - La terraza o cordón manifiestan deterioro causadas por el hombre, 2) Viento. - El material que conforma el cordón o terraza ha sido removido por viento, 3) Pastoreo. - Pisoteo y daños en el diseño original de la obra.

Por último, se evaluará la funcionalidad de las obras, la cual se considera como una manifestación del papel ecológico que están desempeñando, en cuanto a retención de suelo y agua. La codificación por utilizar es: a) optima, cuando la acumulación de sedimentos mayores a 5 cm de altura, b) buena, la acumulación de sedimentos de 3 a 5 cm de altura y c) Pobre, la acumulación de sedimentos menores a 3 cm.

Cuadro 45. Cuadro de seguimiento a obras de monitoreo.

No.	Condición	Daño	Daño (%)	Funcionalidad

Una vez que se haga la evaluación de las terrazas individuales si los resultados no fueran alentadores en el cumplimiento de los objetivos deseados con la ejecución del presente programa, se deberán ejecutar acciones de rehabilitación y mantenimiento.

Los resultados obtenidos de los puntos anteriores serán registrados en una bitácora de campo, donde se escribirán las actividades realizadas y contendrá la siguiente información:

- m^3 de capa de suelo orgánico recuperado
- Ubicación de las áreas sujetas a limpieza
- Ubicación de superficies a implementar medidas de protección y conservación de suelos y agua.

VI.3. Conservación de recursos hídricos

La presencia de un supervisor ambiental durante la ejecución del proyecto será de mucha ayuda para verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental que rige el proceso constructivo del proyecto, además de las disposiciones ambientales.

El supervisor vigilará que los trabajadores no incurran en acciones o actividades que comprometan la integridad ambiental, así mismo, verificará que las medidas de mitigación sean aplicadas correctamente y en tiempo y forma.

El supervisor deberá de contar con la preparación adecuada para la toma de decisiones en situaciones imprevistas o emergentes, este se deberá de familiarizar con las características ambientales presentes y con los procesos y etapas que el proyecto contempla, además de los trámites y actividades que las dependencias gubernamentales exigen.

VII. Catálogo de conceptos de trabajo

Requerimientos de personal Con base en la superficie a ocupar par las actividades de restauración se estima que para las actividades de reforestación una cuadrilla integrada por cuatro personas y un asesor ambiental, mientras que para las actividades de conservación de suelos se sumaría una cuadrilla de 4 persona, así mismo par las actividades de protección de cuerpos hídricos otra cuadrilla de 4 persona. Esta estimación podrá ser ajustada conforme al registro de avance mensual que se tenga. Se ha planteado la siguiente estructura básica para cada cuadrilla.

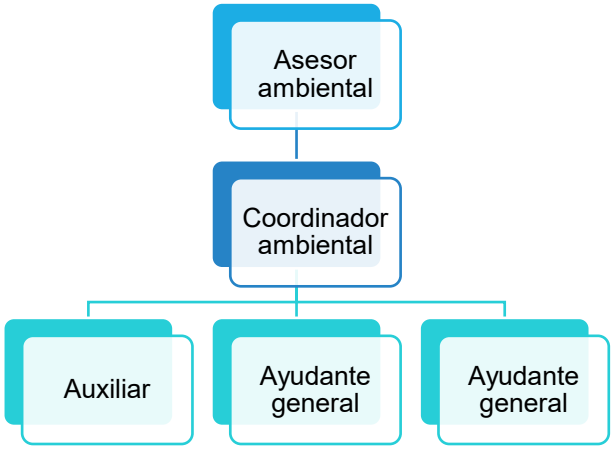


Figura 31. Jerarquización de la cuadrilla de reforestación.

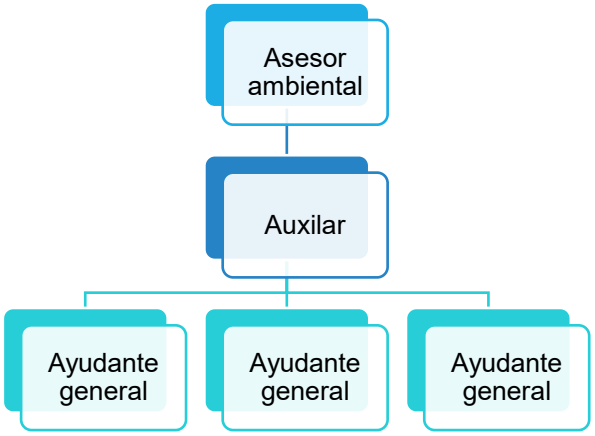


Figura 32. Jerarquización de la cuadrilla de conservación de suelos.

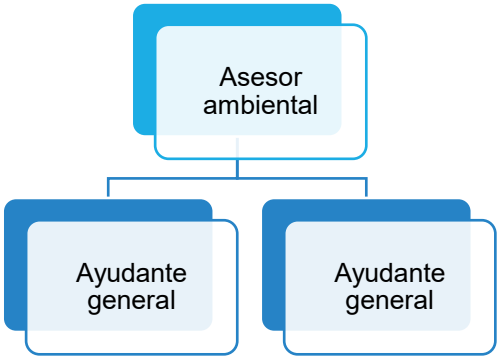


Figura 33. Jerarquización de la cuadrilla para protección de recursos hídricos.

VII.1. Requerimiento de equipo y materiales

Para **reforestación** en cuanto a los recursos materiales necesarios, se recomienda contar con los siguientes implementos por cuadrilla:

<u>Equipo y material general</u>

- Radios de banda civil para intercomunicación (1 por cuadrilla comunicado a un mando central)
- Bitácoras o libretas de campo (1 por cada técnico)
- GPS (sistema de posicionamiento global), de preferencia con precisión de 10 m
- Cámara fotográfica (1 por cuadrilla)
- Brújulas
- Guantes de carnaza (un par por persona)
- Gorras, sombreros o cualquier protección para el sol
- Ropa larga y resistente
- Botas de campo
- Vehículo para transportar material y personal
- Linternas y lámparas de cabeza (1 por persona)

<u>Material para el personal de campo</u>

- Machetes (4)
- Palas (4)
- Zapapicos (2)
- Azadones (2)
- Barretas (2)
- Serruchos (2)
- Horquetas u otro utensilio para bajas ramas (2 o más, según se requieran)

- Diablos o carretillas (1 a 2)
- Cartón corrugado para envolver ramas
- Cal
- Cuchillos filosos
- Pinzas de panadero
- Pinzas entomológicas o de relojero
- Bobinas de lazo o piola para sujetar
- Listones para marcar
- Plumones de tinta indeleble
- Clinómetro
- Altímetro (de ser posible)
- Barra de acero de 1.60 m de 1 pulgadas de diámetro
- Pala de acero, mango de madera
- Pico de acero mango de plástico reforzado

Para **conservación de suelos** cuanto a los recursos materiales necesarios, se recomienda contar con los siguientes implementos por cuadrilla:

Equipo y material general

- Radios de banda civil para intercomunicación (1 por cuadrilla comunicado a un mando central)
- Bitácoras o libretas de campo (1 por cada técnico)
- GPS (sistema de posicionamiento global), de preferencia con precisión de 10 m
- Cámara fotográfica (1 por cuadrilla)
- Brújulas
- Guantes de carnaza (un par por persona)
- Gorras, sombreros o cualquier protección para el sol
- Ropa larga y resistente
- Botas de campo
- Vehículo para transportar material y personal
- Linternas y lámparas de cabeza (1 por persona)

Material para el personal de campo

- Machetes (4)
- Palas (4)
- Zapapicos (2)
- Azadones (2)

- Barretas (2)
- Serruchos (2)
- Horquetas u otro utensilio para bajas ramas (2 o más, según se requieran)
- Diablos o carretillas (1 a 2)
- Cartón corrugado para envolver ramas
- Cal
- Cuchillos filosos
- Pinzas de panadero
- Pinzas entomológicas o de relojero
- Bobinas de lazo o piola para sujetar
- Listones para marcar
- Plumones de tinta indeleble
- Clinómetro
- Altímetro (de ser posible)
- Barra de acero de 1.60 m de 1 pulgadas de diámetro
- Pala de acero, mango de madera
- Pico de acero mango de plástico reforzado

Para protección a **recursos hídricos** en cuanto a los recursos materiales necesarios, se recomienda contar con los siguientes implementos por cuadrilla:

- Recipientes para colocar residuos
- Lona de plástico
- Señalamientos
- Estacas o conos de señalización
- Bolsas de plástico
- Red de drenaje

VII.2. Memoria de calculo

Dado que el programa de Restauración consta de distintas actividades se estima un monto de **$ 1,743,215.18 MXN**, en los siguientes se desglosan las estimaciones por actividades.

VII.2.1. Reforestación

A continuación, se hace un desglose del equipo, insumos, costos unitarios y totales que se requieren para la ejecución del programa.

Cuadro 46. Estimación de costos de las actividades de reforestación

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario ($)	Cantidad mínima	Cantidad que utilizar	Costo ($)
Reforestación	Producción de planta	Planta	$4.50	350	5,725	$25,762.50
	Transporte de planta	Planta	$0.55	350	5,725	$3,148.75
	Reforestación	Planta	$7.89	350	5,725	$45,170.25
Mantenimiento 1 er año	Producción de planta para replante	Planta	$4.50	175	2,863	$12,881.25
	Transporte de planta para replante	Planta	$0.55	175	2,863	$1,574.38
	Reforestación	Planta	$7.89	175	2,863	$22,585.13
	Deshierbe	Deshierbe/ha	$8.34	350	12	$100.08
Mantenimiento 2 do año	Producción de planta para replante	Planta	$4.50	88	1431	$6,439.50
	Transporte de planta para replante	Planta	$0.55	88	1431	$787.05
	Reforestación	Planta	$7.89	88	1431	$11,290.59
	Deshierbe	Planta	$8.34	88	1431	$11,934.54
Protección	Cercado	km	$57,945.30	0.068	15	$869,179.50
Asesoría técnica		Hectárea	$2,730.00	15.4204	16.3549	$44,648.88
Total						**$1,055,502.39**

Para las actividades de reforestación se espera una inversión aproximada de **$1,055,502.39 MXN.**

VII.2.2. Conservación de suelos

A continuación, se hace un desglose del equipo, insumos, costos unitarios y totales que se requieren para la ejecución del programa.

Cuadro 47. Estimación de costos de las actividades de conservación de suelos

Actividad	Costo unitario	Costo total
Trazo de curvas de nivel con nivel montado	$50.10	$772.56
Diseño de obra y marcaje con cal	$61.07	$941.72
Transporte de brigada de topografía	$18.85	$290.67
Transporte de jornaleros	$1,142.00	$17,610.10
Construcción de terrazas individuales	$5,665.82	$87,369.21

Actividad	Costo unitario	Costo total
Deshierbe	$5,004.00	$5,019.42
Transporte de cuadrilla	$2,539.00	$2,554.42
Herramientas	$120.23	$135.65
Monitoreo	$2,730.00	$2,745.42
SubTotal		**$117,439.18**
Requerimientos humanos	Costo unitario por mes	Costo total
Coordinador ambiental	$18,000.00	$216,000.00
Ayudante general	$6,000.00	$72,000.00
Total		**$405,439.18**

Para las actividades de conservación de suelos se espera una inversión aproximada de **$ 405,439.18 MXN.**

VII.2.1. Protección de recursos hídricos

A continuación, se hace un desglose del equipo, insumos, costos unitarios y totales que se requieren para la ejecución del programa.

Cuadro 48. Estimación de costos de las actividades de protección de recursos hídricos

Concepto		Costo
Personal	Supervisor (Biólogo o carrera afín)	$336,000.00
	Ayudantes generales	$180,000.00
Materiales	Recipientes para colocar residuos	$897,000.00
	Lona de plástico	$8,970.00
	Señalamientos	$9,085.00
	Estacas o conos de señalización	$231,168.00
	Bolsas de plástico	$33,051.00
Total aproximado		**$282,274.00**

Para la ejecución de las actividades de conservación de suelos se estima un monto total de **$282,274.00 MXN**

VIII. Programa de actividades

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt con el desglose de las actividades del programa.

Cuadro 49. Diagrama de Gantt con las actividades del programa

Programa	Actividad específica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reforestación	Producción de planta												
	Transporte de planta												
	Reforestación												
	Producción de planta para replante												
	Transporte de planta para replante												
	Reforestación												
	Deshierbe												
	Cercado												
	Monitoreo												
Suelos	Trazo de curvas de nivel												
	Diseño de obra a tres bolillo y marcaje con cal												
	Construcción de terrazas individuales												
	Deshierbe												
	Monitoreo												
Recursos hídricos	Baños portátiles												
	Colocación de señalamientos												
	Mantenimiento de recipientes de residuos												
	Monitoreo												

IX. Responsable de las acciones

IX.1. Reforestación

A continuación, se describen los requisitos que debe de cumplir el personal involucrado en las actividades de rescate y reubicación:

- **Asesor ambiental:** deberá de ser una persona con estudios universitarios, de preferencia con estudios de posgrado(doctorado), y al menos 7 años de experiencia; idealmente formado en un área asociada con la actividad que se pretende supervisar. Su función es enriquecer, regular, sugerir, orientar y asesorar al equipo de trabajo (particularmente al supervisor) sobre todo lo

relacionado con el desarrollo de las técnicas y toma de decisiones, para el mejor desarrollo de las actividades del proyecto.

- **Coordinadores:** Deberá ser de preferencia un biólogo o un ingeniero forestal, este puesto puede ser ocupado por profesionistas o por gente de la región que tenga conocimientos sobre la vegetación que se ha de manejar, así como de la zona donde se está trabajando. Habilidades deseadas: organización, responsabilidad, buena comunicación oral y escrita y alta capacidad para trabajar en equipo.
- **Auxiliares y ayudantes generales:** Se requiere de una persona con perfil de ingeniero forestal, biólogo o afín con alguna experiencia en proyectos de reforestación. Habilidades deseadas: organización, don de mando, responsabilidad, capacidad de coordinar efectivamente los equipos de ayudantes generales, habilidad de comunicarse con ellos y buena capacidad para trabajar en equipo.

IX.2. Conservación de suelos y protección de recursos hídricos

Los responsables de las acciones será el personal de SICT Guerrero, que tendrá un supervisor y un ayudante general para realizar las acciones mencionadas.

A continuación, se describen los requisitos que debe de cumplir el personal involucrado en las actividades:

- **Coordinador:** Deberá ser de preferencia un biólogo o un ingeniero forestal, este puesto puede ser ocupado por profesionistas o por gente de la región que tenga conocimientos sobre la vegetación que se ha de manejar, así como de la zona donde se está trabajando. Habilidades deseadas: organización, responsabilidad, buena comunicación oral y escrita y alta capacidad para trabajar en equipo.
- **Auxiliar**: se requiere de una persona con perfil de ingeniero forestal, biólogo o afín con alguna experiencia en proyectos de reforestación. Habilidades deseadas: organización, don de mando, responsabilidad, capacidad de coordinar efectivamente los equipos de ayudantes generales, habilidad de comunicarse con ellos y buena capacidad para trabajar en equipo.

X. Bibliografía

- Arriaga, V., Cervantes, V., & Vargas, A. (1994). Manual de reforestación con especies nativas. México: Instituto Nacional de Ecología. Obtenido de http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/164/21_1994_Manual_reforest_especies_nativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- COLPOS. (1991). Catálogo de obras y practicas de conservación de suelo y agua. México: Subsecretaria de Desarrollo Rural.
- COLPOS. (1991). Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. México: Subsecretaria de Desarrollo Rural.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Red hidrográfica de México. Fecha de consulta: Agosto, 2020.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Red hidrográfica de México. Fecha de consulta: Agosto, 2020.
- CONAFOR. (2010). Manual básico de Prácticas de reforestación. Zapopan, Jalisco: CONAFOR. Obtenido de https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF
- CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Zapopan, Jalisco: COANFOR. Obtenido de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf
- CONAFOR. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Zapopan, Jalisco: COANFOR. Obtenido de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI
- Menchaca, R., Moreno, D., Sanchez, L., Sageth, J., & Ventura, F. (2015). Manual para el aprovechamiento de orquideas en comunidades. Xalapa, Veracruz: SINAREFI. Obtenido de https://www.uv.mx/citro/files/2019/07/MANUAL_PARA_EL_APROVECHAMIENTO_SUSTENTABLE_DE_ORQUIDEAS.pdf
- Menchaca, R., Moreno, D., Sanchez, L., Sageth, J., & Ventura, F. (2015). Manual para el aprovechamiento de orquideas en comunidades. Xalapa, Veracruz: SINAREFI. Obtenido de https://www.uv.mx/citro/files/2019/07/MANUAL_PARA_EL_APROVECHAMIENTO_SUSTENTABLE_DE_ORQUIDEAS.pdf
- Ortiz, M. d., & Estrada, J. (1994). Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Texcoco, México: Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

- Prieto, J., Garcia, J., Huchin, S., & Aguilar, J. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado. México: INIFAP, Campo Experimental Valle del Guadiana.
- Quintero, J. D. (2016). Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. Obtenido de The Nature Conservancy, Latin America Conservation Council: http://fcds.org.co/site/wp-content/uploads/2018/09/carreteras-ambientalmenteamigables_WEB_02_2016-1.pdf
- Rodriguez, D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. México: Mundi Prensa.
- Sanfonts-Gonzalez, R. D., & Aladro B., L. (2014). Planificación de un sistema de gestión ambiental en la construcción y conservación de obras viales. Ciencia en su PC, No. 2, 56-57.
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), Red hidrográfica de México. Fecha de consulta: Agosto, 2020.
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), Red hidrográfica de México. Fecha de consulta: Agosto, 2020.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- 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.

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio Del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN 1
I.1 Objetivos 1
I.1.1 Objetivo general 1
I.1.2 Objetivos específicos 1
I.1.3 Alcances 1
II. Ubicación y delimitación del área de trabajos en el SA del proyecto 2
II.1 Localización georreferenciación, delimitación y características ambientales de las áreas donde se llevarán a cabo las acciones de monitoreo ambiental. 2
II.1.1 Superficies del proyecto y uso actual del suelo 8
II.1.2 Vegetación en el área del proyecto 11
III. Actividades e indicadores de seguimiento de impacto ambiental determinados para las acciones de mitigación de afectaciones relevantes o significativas 19
III.1 Manejo y disposición de residuos sólidos y de aguas residuales 19
III.1.1 Manejo y disposición de residuos peligrosos y de manejo especial 20
III.1.2 Control de emisiones a la atmosfera 21
III.2 Acciones de rescate y reubicación de flora 22
III.3 Acciones de rescate y protección de fauna silvestre 23
III.4 Acciones para ubicación de pasos de fauna 24
III.5 Acciones Restauración 25
III.5.1 Reforestación 25
III.5.2 Obras de conservación de suelos 26
III.5.3 Obras de conservación de componentes hídricos 27
IV. Criterios de evaluación para los indicadores de seguimiento de impacto ambiental, en su caso valores permisibles y umbrales de alarma. 28
IV.1 Índices se seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos sólidos y de aguas residuales. 29
IV.2 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial 30
IV.3 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el control de emisiones a la atmosfera 30
IV.4 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de rescate y reubicación de especies de flora 31

IV.5 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de protección y conservación de especies de fauna silvestre..... 32
IV.6 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de reforestación..... 33
IV.7 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las obras de conservación y restauración de suelos..... 33
IV.1 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para los pasos de fauna..... 34
V. Procedimientos para monitorear de las medidas de mitigación y la ejecución de medidas correctivas emergentes del SA de proyecto..... 36
V.1 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo del manejo y disposición final de residuos sólidos y de aguas residuales..... 36
V.2 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo del manejo y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial..... 37
V.3 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para el control de emisiones a la atmosfera..... 37
V.4 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de rescate y reubicación de flora silvestre..... 38
V.5 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de protección y conservación de fauna silvestre..... 39
V.6 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de reforestación..... 40
V.7 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las obras de conservación y restauración de suelos..... 41
V.8 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de los pasos de fauna..... 41
V.8.1 Monitoreo de pasos de fauna..... 41
V.8.2 Monitoreo con cámaras trampa..... 42
V.8.3 Registro de huellas mediante registro de trampas huellas..... 42
V.8.4 Índice de atropello..... 43
V.9 Plan de respuesta e implementación de acciones correctivas ante contingencias ambientales..... 44
VI. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO..... 45
VI.1 Requerimientos de personal, materiales y equipo..... 45
VI.2 Catálogo de costos..... 45
VI.1 Programa de actividades por etapa de proyecto y medida de prevención, mitigación, restauración y/o compensación ambiental (Diagrama de Gantt)..... 46

VII. RESPONSABLE DE LAS ACCIONES 46

CUADROS

Cuadro 1. Caminos que conforman el proyecto 3
Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m eje troncal del proyecto 4
Cuadro 3. Coordenadas cada 250 m del ramal del proyecto 5
Cuadro 4. Dimensiones del proyecto 6
Cuadro 5. Propiedades del SAR delimitado 7
Cuadro 6.-Características de largo y amplitud de eje 8
Cuadro 7. Superficie del Derecho de Vía 9
Cuadro 8.- Coordenadas del proyecto 9
Cuadro 9.- Características particulares del camino existente 9
Cuadro 10.- Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto 10
Cuadro 11.- Dimensiones del proyecto 10
Cuadro 12.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto 10
Cuadro 13.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente 11
Cuadro 14.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI 11
Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo 13
Cuadro 16.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto 14
Cuadro 17.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto 15
Cuadro 18.- Características de los puentes 18
Cuadro 19. Estrategias para manejo y disposición de residuos sólidos 19
Cuadro 20. Estrategias para manejo y disposición de residuos líquidos 20
Cuadro 21. Estrategias para manejo y disposición de residuos peligrosos 21
Cuadro 22. Estrategias emisiones a la atmosfera 21
Cuadro 23. Estrategias para rescate y reubicación de flora 23
Cuadro 24. Estrategias para rescate y reubicación de fauna 24
Cuadro 25. Estrategias para establecer pasos de fauna 25
Cuadro 26. Estrategias para revegetación 26
Cuadro 27. Estrategias para conservación de suelos 27
Cuadro 28. Estrategias para conservación de componentes hídricos 28
Cuadro 29. Bitácora de residuos solidos 29
Cuadro 30. Bitácora de residuos peligrosos y manejo especial 30
Cuadro 31. Bitácora de control de emisiones a la atmosfera 31
Cuadro 32. Bitácora de para Fauna silvestre 32
Cuadro 33. Bitácora de para Fauna silvestre 33
Cuadro 34. Bitácora para conservación y restauración de suelos 34
Cuadro 35. Monitoreo de residuos solidos 37

Cuadro 36. Monitoreo de residuos de manejo especial o peligrosos 37
Cuadro 37. Monitoreo de emisiones 38
Cuadro 38. Monitoreo de fauna 40
Cuadro 39. Monitoreo de especies de revegetación 41
Cuadro 40. Costo total de las actividades de vigilancia ambiental 45

FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del proyecto 2
Figura 2. Microlocalización del proyecto 3
Figura 3. Sección tipo 7
Figura 4. Sistema Ambiental Regional 8
Figura 5.- Uso de suelo y vegetación según INEGI 12
Figura 6.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo 13
Figura 7.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo 14
Figura 8.- Polígonos forestales 16
Figura 9.- Polígonos forestales 16
Figura 10.- Polígonos forestales 17
Figura 11.- Polígonos forestales 17
Figura 12.- Puentes del proyecto 18

I. INTRODUCCIÓN

El programa de vigilancia ambiental es un instrumento de gestión destinado a garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas para el proyecto, así como le cumplimiento de los términos y condicionantes a que a la autoridad sujete al proyecto.

Por lo cual debe ser entendido como una herramienta dinámica, que busca eliminar o mitigar, progresivamente en plazos racionales, los impactos ambientales negativos durante las diferentes etapas del proyecto: preparación, construcción, operación y mantenimiento. La finalidad de este plan es verificar que se apliquen y dar seguimiento a las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de la MIA.

I.1 Objetivos

I.1.1 Objetivo general

Establecer las medidas ambientales y de infraestructura que contribuyan a disminuir y mitigar el impacto vial sobre la fauna silvestre presente en la zona del proyecto.

I.1.2 Objetivos específicos

- Asegurar el cumplimiento, por parte del proyecto, con las leyes, reglamentos y normatividad ambiental aplicable.
- Controlar y realizar seguimiento a las actividades del proyecto, y a la aplicación de las medidas ambientales.
- Corroborar o no, los impactos a través del tiempo y espacio, con base en evaluaciones periódicas, tanto en la fuente como en el objeto sobre el cual recae.
- Disponer de documentos, registros y evidencias de las tareas que se realizan para llevar el control de las acciones contenidas en el Plan de Monitoreo en cuanto a medidas ambientales y actividades operativas del proyecto.

I.1.3 Alcances

Las actividades que contempla el plan de manejo y monitoreo ambiental están relacionadas a disminuir los impactos ambientales identificados en la Manifestación de Impacto Ambiental.

El programa contempla el monitoreo ambiental de los componentes bióticos y abióticos que se verán afectados durante las diferentes etapas en la que se desarrollara el proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

II. Ubicación y delimitación del área de trabajos en el SA del proyecto

II.1 Localización georreferenciación, delimitación y características ambientales de las áreas donde se llevarán a cabo las acciones de monitoreo ambiental.

El proyecto se localiza en el municipio de San Martín Peras, una de las 570 demarcaciones del estado de Oaxaca y parte del distrito de Juxtlahuaca. Su territorio limita al norte con Silacayoápam y San Francisco Tlapancingo; al este con San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; y al oeste con el municipio de Alcozauca, en el estado de Guerrero.

Administrativamente, el municipio —cuya cabecera es la localidad homónima— se integra por agencias municipales, de policía, colonias, rancherías y núcleos rurales. De acuerdo con el censo de 2020, San Martín Peras cuenta con 59 localidades, entre las cuales destacan Ahuejutla, La Escopeta y San Miguel Peras por su categoría de Agencias Municipales.

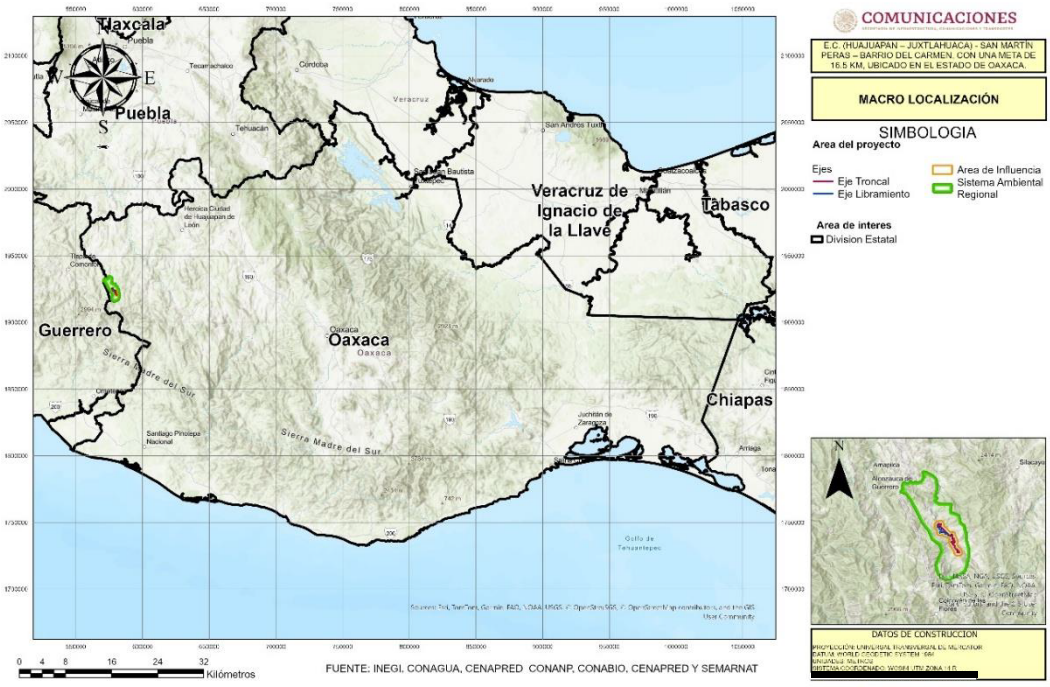


Figura 1. Macrolocalización del proyecto

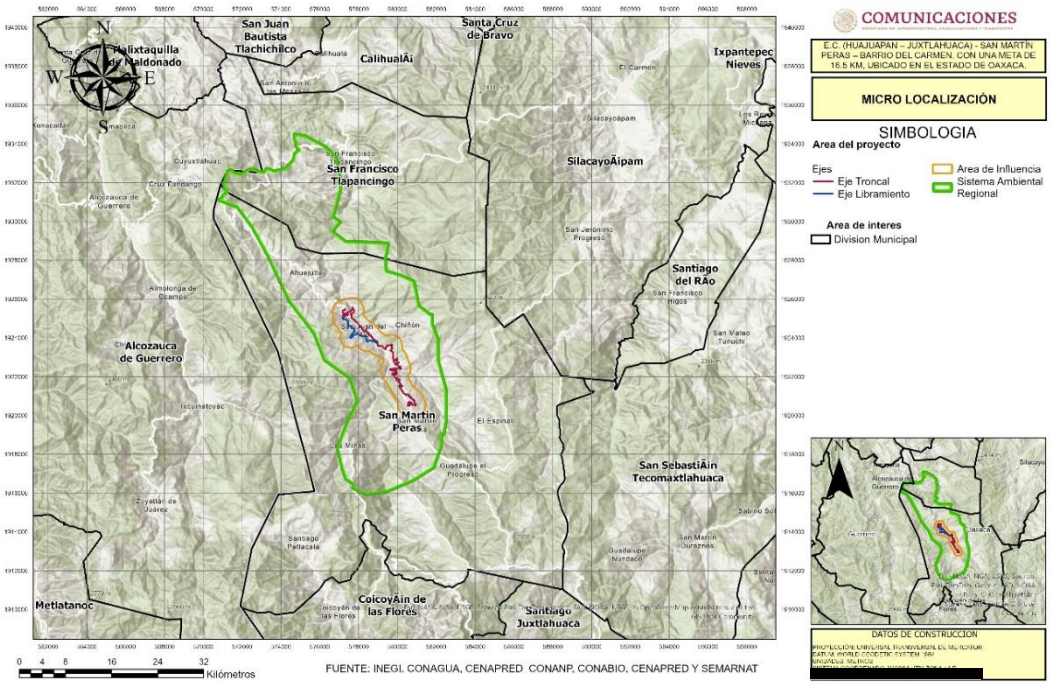


Figura 2. Microlocalización del proyecto

El proyecto consiste en la modernización y pavimentación del camino troncal E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca) - San Martín Peras – Barrio del Carmen, con una longitud de 12.940 km, así como de un ramal de 3.439 km que comunica a las localidades de El Cazahuate, Barrio del Carmen y el Paredón con la troncal. Es fundamental destacar que la modernización de este camino parte de la cabecera municipal de San Martín Peras y comprende una longitud total de 16.379 km de intervención, abarcando ambas rutas dentro del municipio ubicado en el estado de Oaxaca. Este proyecto forma parte del Programa Nacional General Lázaro Cárdenas del Río, impulsado por el Gobierno Federal, el cual consiste en trabajar integralmente en la región del Balsas, contemplando a los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Puebla, Morelos y el Estado de México. Debido a lo anterior el proyecto consta de 2 tramos carreteros interconectados que en total tienen una longitud de 16.379 km, como se muestra a continuación:

Cuadro 1. Caminos que conforman el proyecto

Eje	Estación de inicio	Estación de fin	Longitud
Troncal	36+400	49+340	12.940 km
Ramal	100+000	103+349	3.439 km
Total			**16.379 km**

Cuadro 2. Coordenadas cada 250 m eje troncal del proyecto

Estación	X	Y
36+400	580612.926	1920508.56
36+650	580651.101	1920578.25
36+900	580620.652	1920694.29
37+150	580800.546	1920553.28
37+400	580921.802	1920610.67
37+650	580815.936	1920811.95
37+900	580633.111	1920956.22
38+150	580454.741	1921062.14
38+400	580272.831	1921222.51
38+650	580132.89	1921424.39
38+900	580181.944	1921502.75
39+150	580124.534	1921660.71
39+400	579937.937	1921823.15
39+650	580090.674	1921822.92
39+900	579890.453	1921963.02
40+150	579724.513	1922130.75
40+400	579913.309	1922092.55
40+650	579932.238	1922207.01
40+900	579817.83	1922316.66
41+150	579630.462	1922390.05
41+400	579875.048	1922418.6
41+650	580121.419	1922428.33
41+900	580081.451	1922543.06
42+150	579874.566	1922667.4
42+400	580036.048	1922753.93
42+650	579955.115	1922936.84
42+900	579799.205	1922806.63
43+150	579773.583	1923040.89
43+400	579756.367	1923279.75
43+650	579736.144	1923447.6
43+900	579711.759	1923651.99
44+150	579477.783	1923597.27

Estación	X	Y
44+400	579347.445	1923447.76
44+650	579156.058	1923574.34
44+900	578974.835	1923667.01
45+150	578879.179	1923804.51
45+400	578725.055	1923981.51
45+650	578569.203	1924150.02
45+900	578400.435	1924326.99
46+150	578250.42	1924352.88
46+400	578130.076	1924566.72
46+650	577957.843	1924743.9
46+900	577797.21	1924905.97
47+150	577629.281	1925069.26
47+400	577669.386	1925275.64
47+650	577717.107	1925462.92
47+900	577658.359	1925460.97
48+150	577468.846	1925347.84
48+400	577374.263	1925171.39
48+650	577291.433	1925155.74
48+900	577199.059	1925102.44
49+150	577178.027	1925338.73
49+340	577276.614	1925444.28

Cuadro 3. Coordenadas cada 250 m del ramal del proyecto

Estación	X	Y
100+000	578956.617	1923720.79
100+250	578742.155	1923831.21
100+500	578509.971	1923841.63
100+750	578394.785	1923960.4
101+000	578212.759	1924070.04
101+250	577994.604	1924162.49
101+500	577855.545	1924181.12
101+750	577663.255	1924035.83
102+000	577618.725	1924120.5

Estación	X	Y
102+250	577768.184	1924309.26
102+500	577713.916	1924507.81
102+750	577508.853	1924634.91
103+000	577467.306	1924809.48
103+250	577313.075	1924962.87
103+439	577192.29	1925088.81

Actualmente, el camino se encuentra en operación en condiciones de terracería, lo que significa que su superficie no está pavimentada. Esto ocasiona graves dificultades para el tránsito, especialmente en épocas de lluvia, y genera polvo y otros inconvenientes para los usuarios y las comunidades cercanas. Además, aunque el camino cuenta con un ancho promedio de 8.35 metros, esta superficie de terracería no presenta la pendiente ni el tipo de curvas adecuadas para el flujo vehicular actual y futuro. Con la modernización, se llevará a cabo la mejora de curvas, la pavimentación de toda la longitud del camino y se ajustará su ancho a 7 metros, correspondiendo a un camino tipo D. Esta clasificación implica características técnicas específicas en cuanto a diseño y capacidad, adecuadas para el tipo de tráfico y las necesidades de la región.

El objetivo principal de esta modernización es la optimización de tiempo, mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de pasajeros y productos, principalmente agrícolas, ganaderos y petroquímicos, metas que con las características geométricas actuales son difíciles de cumplir. El proyecto permitirá, mediante la pavimentación desde la carretera Huajuapan – Juxtlahuaca, unir a San Martín Peras con Alcozauca, Guerrero. Esto facilitará la movilidad interestatal y, particularmente en esta región, pretende detonar el desarrollo de las comunidades ubicadas en la Mixteca oaxaqueña y en la Montaña guerrerense, buscando opciones que solucionen de manera óptima las necesidades de todos los usuarios

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto

Cuadro 4. Dimensiones del proyecto

Camino San Martin Peras		
Especificaciones Geométricas	**Actual**	**Proyecto**
Camino tipo	E	D
Longitud total de camino (m)	16,500	16,500
Ancho de derecho de vía (m)	40	
Ancho línea de ceros (m)	11.6397	26.0006
Ancho de corona (m)	6.4665	7

Camino San Martin Peras		
Especificaciones Geométricas	**Actual**	**Proyecto**
Ancho de calzada (m)	6.4665	7
Número de carriles	1	2
Ancho de carriles (m)	6.47	3.5
Número y ancho de acotamiento (m)	No incluye	
Superficie del derecho de vía (m2)	71.9987	
superficie línea de ceros (m2)	6.4665	26.0006
Superficie de obras permanentes del camino (m^2)	6.4665	26.0006

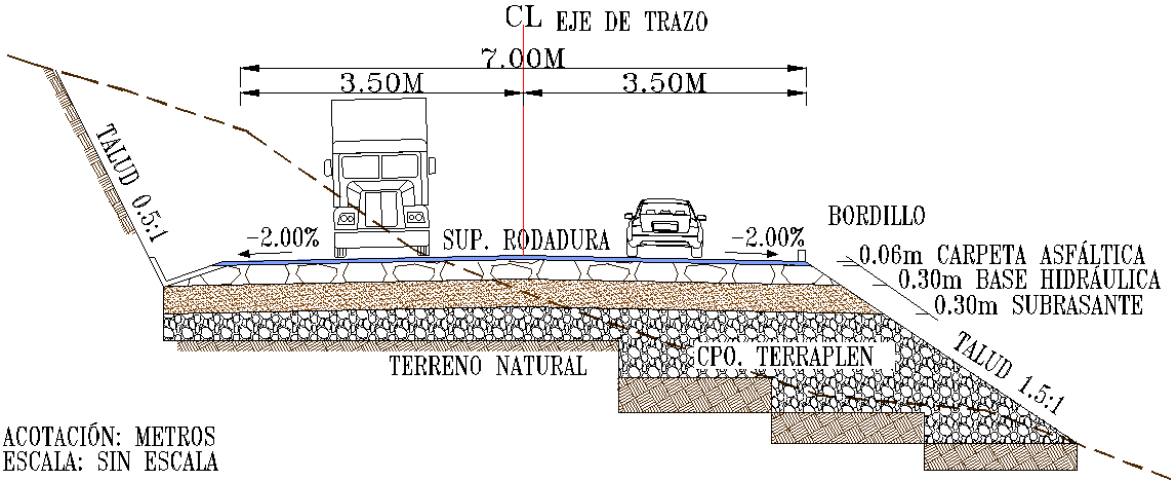


Figura 3. Sección tipo

La Región Ecológica se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como Región Ecológica cuenta con las siguientes características.

Cuadro 5. Propiedades del SAR delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
9,285.9616 hectáreas	53.0737 kilómetros	UTM Zona 14 N	WGS 1984	184

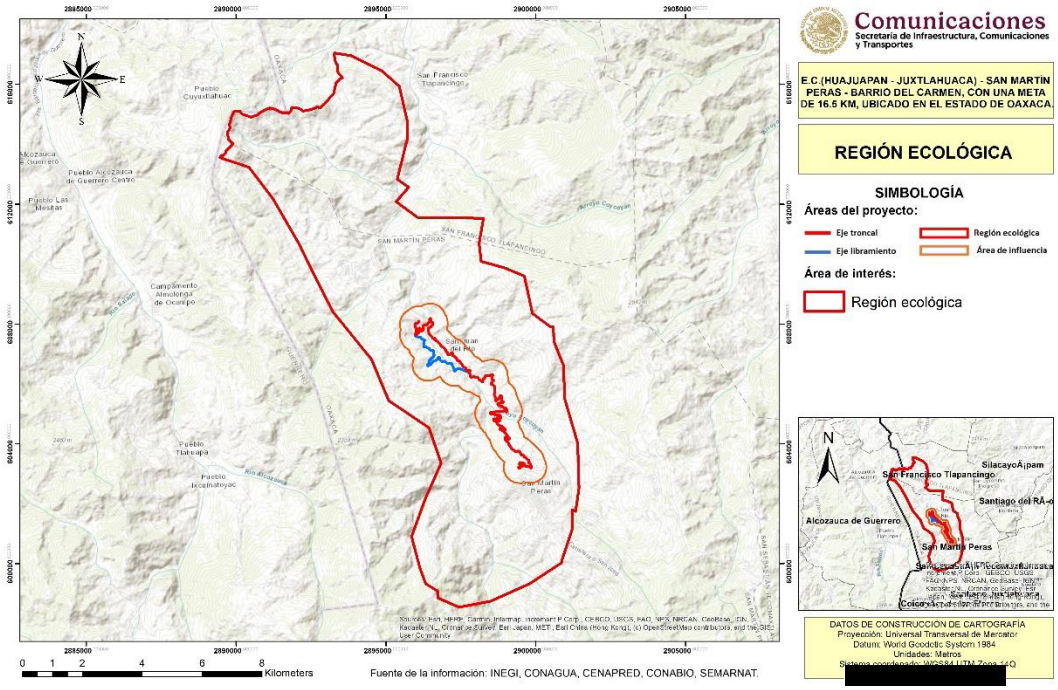


Figura 4. Sistema Ambiental Regional

II.1.1 Superficies del proyecto y uso actual del suelo

II.1.1.1 Derecho de vía

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 18 000 metros, es importante mencionar que la superficie del derecho de vía **NO corresponde** a la multiplicación largo del camino por la amplitud del derecho de vía, ya que el eje presenta curvas, las cuales afectan la superficie calculada a partir del buffer antes mencionado tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.-Características de largo y amplitud de eje

Elemento	Troncal	Ramal
Largo (m)	12,940	3,439
Amplitud (m)	20	20

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 65.2134 ha.

Cuadro 7. Superficie del Derecho de Vía

Derecho de vía	Superficie (ha)
Troncal	51.223
Ramal	13.9904
Total	65.2134

II.1.1.2 Superficie del camino actual

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 8.- Coordenadas del proyecto

Camino	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
	Inicio	Fin		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
Troncal	30+000	42+940	12.940	580612.926	1920508.56	577276.614	1925444.28
Ramal	100+000	103+439	3.439	578956.617	1923720.79	577192.29	1925088.81

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **13.3490 ha**, con una longitud de 15.9 km y una amplitud promedio de 8.35 metros.

Cuadro 9.- Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente (m)	Ancho del camino existente (m)	Superficie del camino actual (ha)
15,980	8.35	13.3490

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino. A continuación, se determinó que dicha área es de **4.2124 ha**; lo que representa que de las 11.6397 ha que ocupa el camino actual, 4.2124 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (7.4273 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 10.- Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto

Longitud del camino existente (m) (1)	Ancho de camino existente (m) (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (ha) (4)	Superficie total del camino actual (ha) (3+4)
15,980	8.35	**6.0253**	7.3237	13.349

II.1.1.3 Superficie del proyecto

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Cuadro 11.- Dimensiones del proyecto

Especificaciones geométricas	Troncal	Ramal	Total
Camino tipo	D	D	D
Longitud total (m)	12,940	3,439	16,379
Ancho de corona (m)	7	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	13.83	13.83	16.347
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	20.4900	6.1215	26.6115

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha. Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).

Cuadro 12.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto

Área	Componentes	Troncal	Libramiento	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**	**26.6115 %**

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Cuadro 13.- Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

II.1.2 Vegetación en el área del proyecto

II.1.2.1 Vegetación de acuerdo con INEGI

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:50,000, la superficie de la línea de ceros presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente cuadro y Figura.

Cuadro 14.- Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
		Sup. (ha)	Porcentaje
TA	Agricultura de temporal anual	19.9825	75.09%
BP	Bosque de Pino	0.3563	1.34%
Vsa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque de Pino	6.2727	23.57%
Total		**26.6115**	**100.00%**

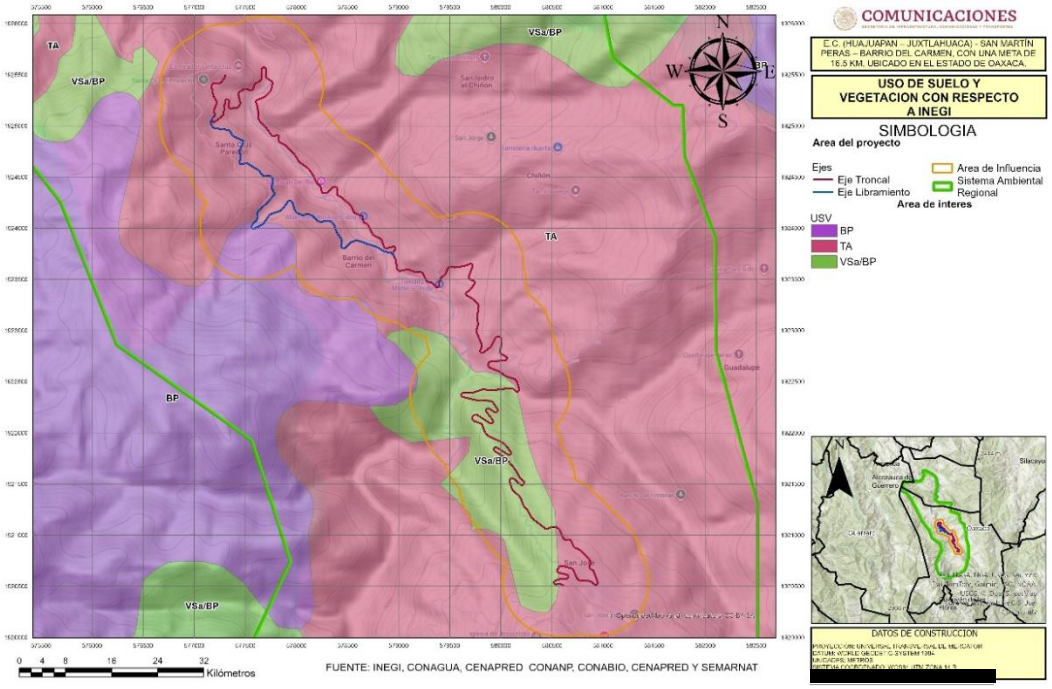


Figura 5.- Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

II.1.2.2 Vegetación existente en campo

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la línea de ceros del Proyecto, según el trabajo de campo

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	6.0253	9.24%
	Asentamientos humanos		1.2226	1.87%
	Cauce		0.1742	0.27%
	Desprovisto de vegetación		1.0237	1.57%
	Pastizal inducido		7.4034	11.35%
	Agricultura de temporal		2.5099	3.85%
	Subtotal No Forestal		**18.3591**	**28.15%**
	Vegetación secundaria de bosque de pino encino	Forestal	5.7714	8.85%
	Vegetación secundaria de bosque de encino		2.4810	3.80%
	Subtotal Forestal		**8.2524**	**12.65%**
	Total Línea de ceros		**26.6115**	40.81%
Restante de DDV sin afectación			**38.6019**	59.19%
Total DDV			**65.2134**	**100.00%**

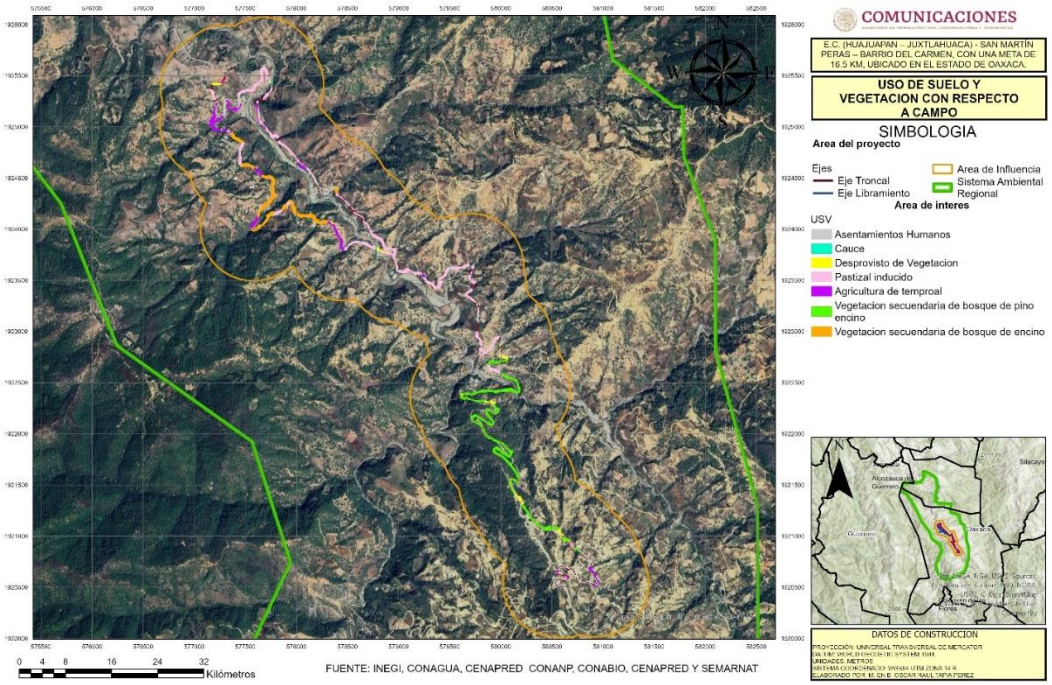


Figura 6.- Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo

De acuerdo con el siguiente cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso; Vegetación secundaria de bosque de pino encino y Vegetación secundaria de bosque de encino

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal, Asentamientos Humanos, Zonas sin vegetación, Pastizal inducido, Cauce del rio, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.

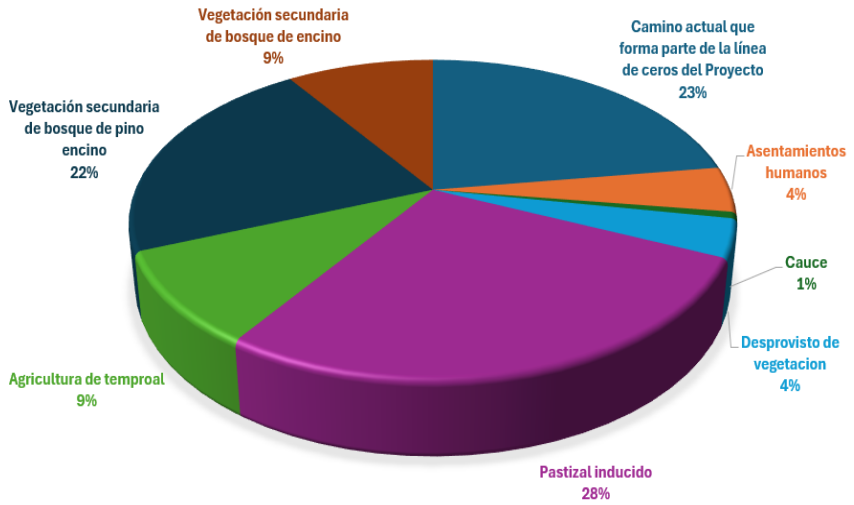


Figura 7.- Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro 16.- Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de bosque de pino encino	5.7714	69.94%
Vegetación secundaria de bosque de encino	2.4810	30.06%
Total	**8.2524**	**100.00%**

II.1.2.3 Polígonos Forestales

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

Cuadro 17.- Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto

Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.3600
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.0320
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.0140
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331
26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
41	Polígono 41	VS/BQ	0.0170
42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428
43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
45	Polígono 45	VS/BQ	0.1100
46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
Total			8.2381

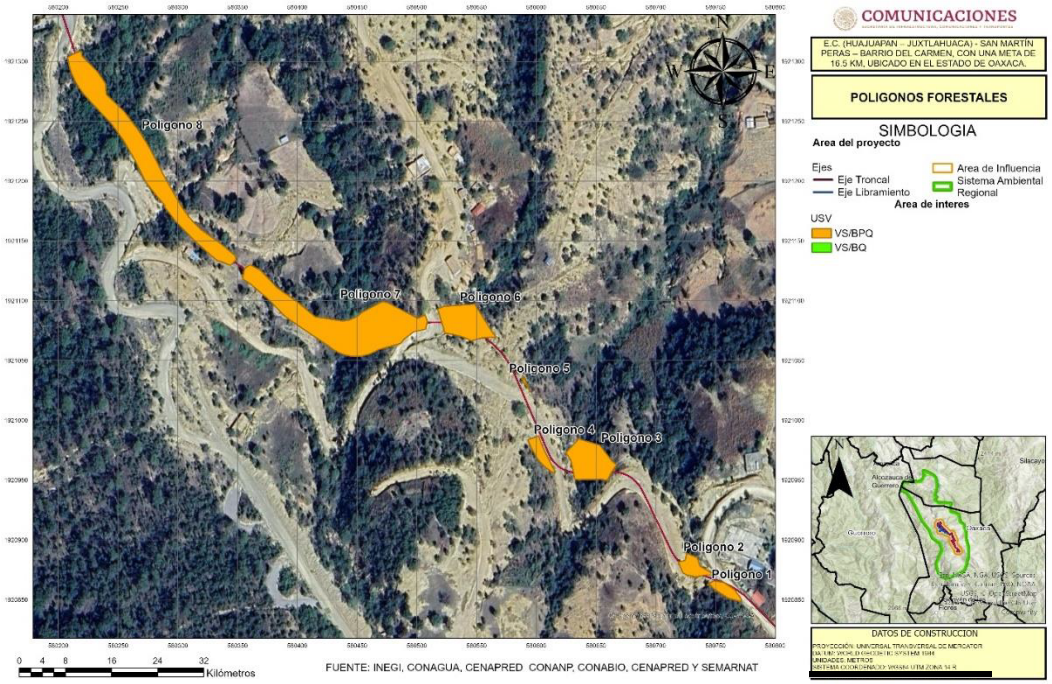


Figura 8.- Polígonos forestales

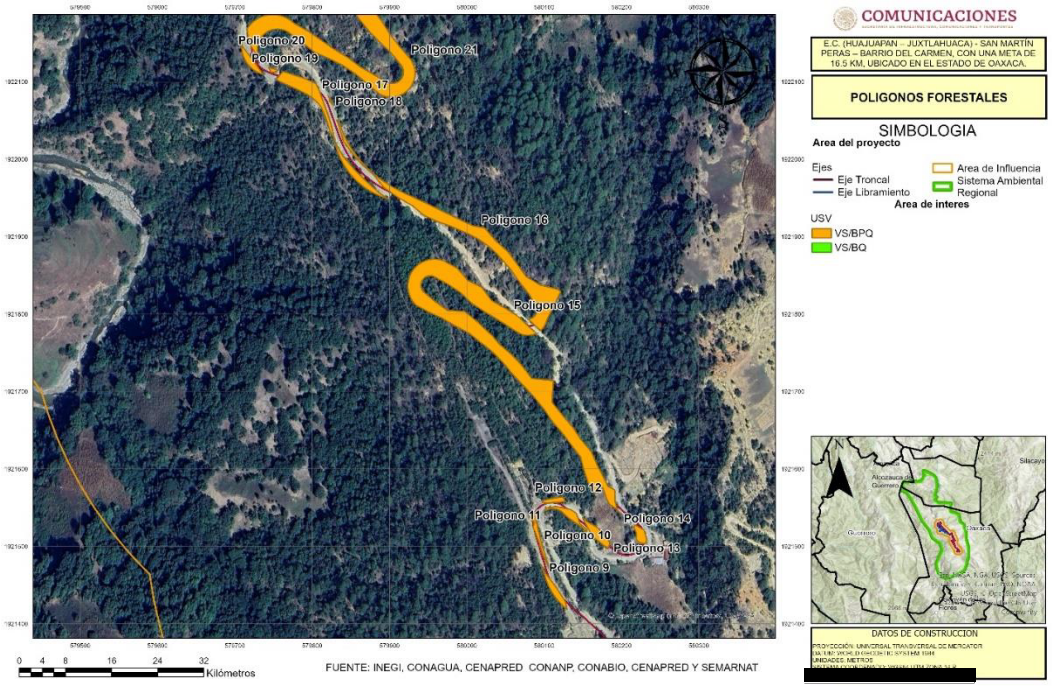


Figura 9.- Polígonos forestales

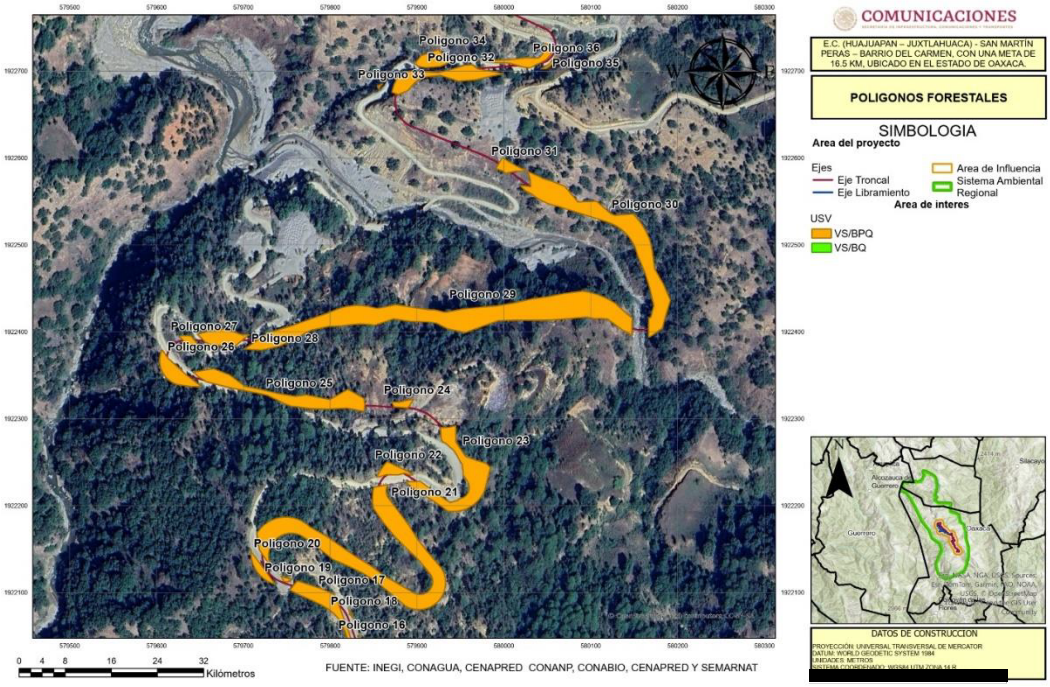


Figura 10.- Polígonos forestales

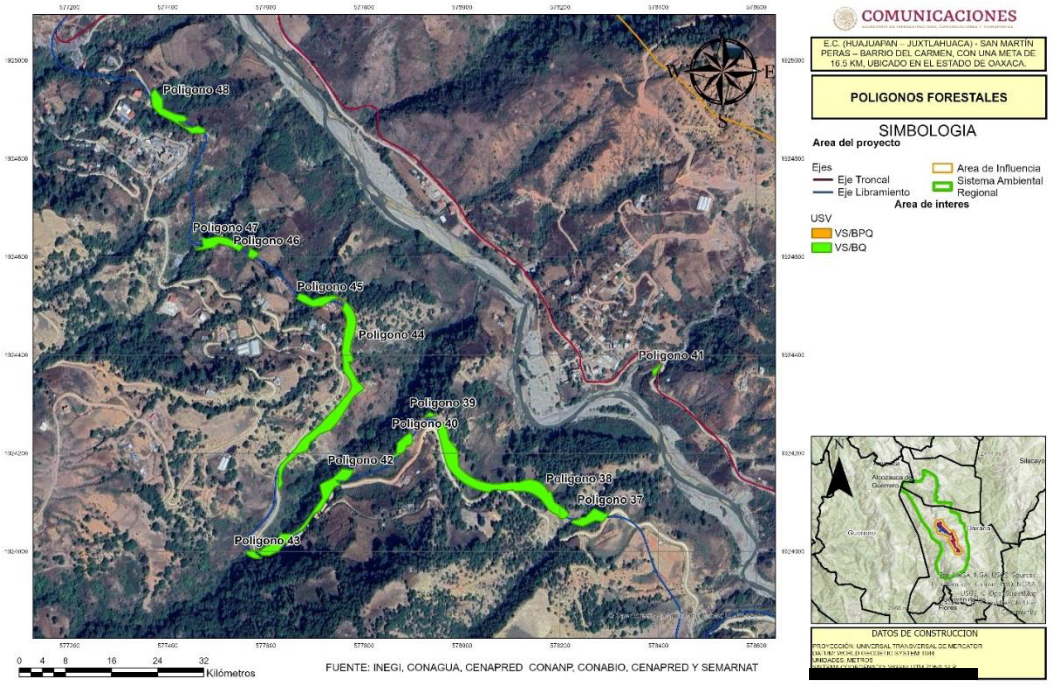


Figura 11.- Polígonos forestales

I.1.1.1. Obras de drenaje mayores

De acuerdo con el estudio hidrológico, el proyecto requiere la construcción de 6 puentes, siendo 5 puentes sobre la troncal y uno sobre el entronque, los cuales tienen la función de librar escurrimientos de caudal amplio, a continuación, se muestran las características de los puentes. Cabe mencionar que el reemplazo de los puentes 47+600 y 10+600 no incluye explosivos para su demolición.

Cuadro 18.- Características de los puentes

Camino	Nombre	KM	Longitud
Troncal	Puente 1	41+700	30
Troncal	Puente 2	43+900	70
Troncal	Puente 3	45+460	30
Troncal	Puente 4	45+980	40
Ramal	Puente 5	100+600	40

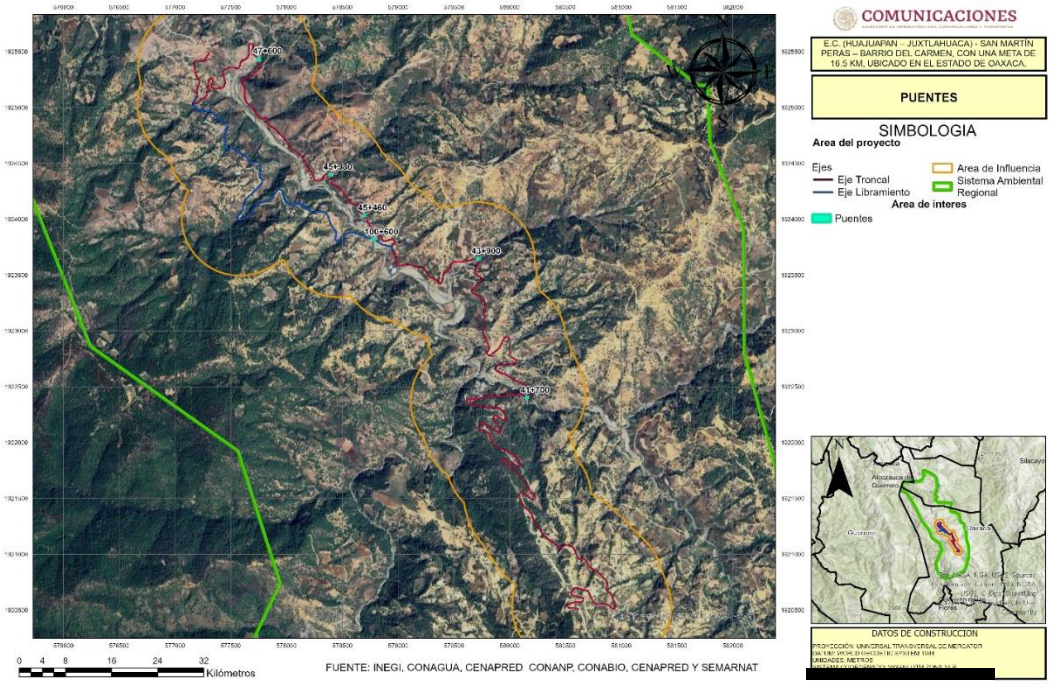


Figura 12.- Puentes del proyecto

III. Actividades e indicadores de seguimiento de impacto ambiental determinados para las acciones de mitigación de afectaciones relevantes o significativas

III.1 Manejo y disposición de residuos sólidos y de aguas residuales

Manejo de residuos solidos

- Se identificarán y clasificarán los residuos generados en las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Se llevará a cabo un control de las actividades para capacitar a los trabajadores sobre él manejo de residuos y disposición a fin de controlar la proliferación de insectos y roedores.
- Controlar la alteración del ambiente y cumplir las normas ambientales.
- Separación y manejo adecuado de todos los tipos de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Cuadro 19. Estrategias para manejo y disposición de residuos sólidos

Etapa del proyecto: Preparación del sitio				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Generación de residuos solidos	Trituración de material vegetal para su posterior compostaje	Durante actividades de desmonte y despalme	Trituradora, o bien personal que cuente con hachas o machetes	El supervisor ambiental verificara que se triture el material y se almacene para las actividades posteriores (abono, protección de suelo)
Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Generación de residuos solidos	Gestión y manejo integral mediante la colocación de contenedores y su señalética de separación de residuos.	Durante todo el tiempo de construcción	Contenedores rotulados para separación de residuos	El supervisor ambiental verificara que los residuos sean desechados en los contenedores correspondientes

Programa para el manejo de residuos líquidos

- Establecer medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación en las corrientes de agua superficiales y subterráneas, a raíz de las actividades de construcción.
- Delimitación adecuada de los sitios de trabajo para prevenir contaminación o caída de objetos, materiales y sustancias.
- Documentación de soporte del adecuado manejo de aguas residuales (transporte y destino final).

Cuadro 20. Estrategias para manejo y disposición de residuos líquidos

Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Generación de aguas residuales	Instalación de baños portátiles el manejo y disposición de las aguas residuales estará a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios.	Durante las actividades de preparación y construcción	1 baño portátil por cada 25 personas, limpieza una o dos veces a la semana	El supervisor ambiental verificara que la empresa contratada para la renta de los baños realice la limpieza de estos.

III.1.1 Manejo y disposición de residuos peligrosos y de manejo especial

- Colocación/construcción del almacén temporal para residuos peligrosos con base en lineamientos del Reglamento de la LGPGIR.
- Bitácoras de generación, almacenamiento temporal (ingreso y salida del almacén), transporte y destino final de residuos peligrosos (manifiestos).
- Se identificará y cuantificará la cantidad de posibles residuos de manejo especial y peligrosos que provengan de la obra, así se podrán a disposición con un proveedor autorizado para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.
- Se capacitará al personal asociado a la construcción del proyecto sobre el correcto manejo de los residuos.

Cuadro 21. Estrategias para manejo y disposición de residuos peligrosos

Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Generación de residuos sólidos peligrosos	Mantenimiento preventivo y constante de la maquinaria que estará operando en la obra.	Durante todo el tiempo de construcción	Zona identificada y exclusiva para el mantenimiento de maquinaria que cuente con material absorbente, para el caso de eventual derrame	El supervisor ambiental verificara que apliquen las especificaciones de la LGPEGIR y la NOM-052-SEMARANT 2005

III.1.2 Control de emisiones a la atmosfera

- Se verificará que la maquinaria y los vehículos estén homologados en lo referente a la normatividad sobre emisión de gases. Como medida de prevención se deberá cumplir 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.
- Los vehículos contarán con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La contratista NO podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, deberá buscar un taller particular o llevar a cabo las reparaciones en los sitios previamente asignados para ello dentro de la obra (talleres de servicio y/o patios de maquinaria debidamente habilitados).

Cuadro 22. Estrategias emisiones a la atmosfera

Etapa del proyecto: Preparación del sitio, Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	Se deberá contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de los limites permisibles por la normatividad	Durante las actividades de preparación y construcción	Verificación vehicular y mantenimiento de escapes	El supervisor ambiental verificara que se cumplan con los limites expresados en las normas NOM-041-SEMARNAT.2015, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-086-

				SEMARNAT-SENER-SCFI2005
Emisión de partículas	Deberán realizarse riegos periódicos a fin de disminuir la generación de polvos En el transporte y acarreos de material se deberá de cubrir con lona el vehículo	Durante las actividades de preparación y construcción	Pipas para el riego, lonas para cubrir el material.	El supervisor ambiental verificara que se realizan los riegos y cubierta del material.

III.2 Acciones de rescate y reubicación de flora

Las actividades de rescate y reubicación planteadas se enfocarán para proteger cualquier especie vegetal dentro del área del Proyecto, principalmente aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y/o de distribución restringida. Estas especies serán rescatadas previo inicio de las actividades en las diferentes áreas que constituyen el proyecto.

- Recolección y almacenamiento
- Germinación
- Desarrollo
- Estancia en el lugar de acopio y mantenimiento
- Trasplante

Las labores de rescate y reubicación de flora silvestre tendrá continuidad hasta que la autoridad dictamine su cese, de acuerdo a los informes semestrales que se le entregarán, donde se reportarán las actividades concernientes al presente programa que se hayan realizado durante el periodo de seis meses y la evolución de las actividades pasadas a fin de dar seguimiento y comprobar los resultados y éxito del programa; dichos informes deberán entregarse hasta que se demuestre a la autoridad que las áreas de restauración se encuentran recuperadas y pueden tener persistencia en la escala temporal sin intervención humana.

Cuadro 23. Estrategias para rescate y reubicación de flora

Etapa del proyecto: Preparación del sitio				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Remoción de la vegetación	Rescate y reubicación de individuos	Se realizará previo a las actividades de desmonte y despalme	Brigada de un coordinador de cuadrilla, ayudante principal, rescatista y transportador	Supervisor ambiental, verificación del registro de censo de individuos para rescate e individuos rescatados.

III.3 Acciones de rescate y protección de fauna silvestre

Se pretende realizar el rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies presentes en el área del proyecto, previo al desmonte, despalme del terreno y durante la etapa constructiva del proyecto, esto para reducir al mínimo los impactos causados sobre la fauna silvestre y su ambiente.

Para todos los grupos de animales, tanto reptiles, aves, mamíferos grandes y medianos e insectos, se requiere que se encienda la maquinaria 20 minutos antes de hacerla avanzar (que es lo que se llevan los trabajadores en calentar la maquinaria) y evitar que los trabajadores estén cerca y/o desplazándose en la zona para que no les corten el paso a los organismos, esto les dará tiempo suficiente para retirarse de la zona.

En el ahuyentamiento de fauna se busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de anfibios y reptiles, mamíferos y aves, impulsando su migración hacia otros lugares. Las actividades de ahuyentamiento estarán enfocadas principalmente para aquellos individuos con habilidad de desplazamiento tales como el grupo de las aves y mamíferos de tamaño mediano, así como algunos reptiles. Las actividades se realizarán antes del inicio del desmonte y despalme mediante recorridos a través de transectos lineales a lo ancho del derecho de vía y longitud determinada, de acuerdo con el calendario de construcción de la obra. Dichas actividades se realizarán en un horario diurno iniciando las 6:00 am.

Para el caso particular de mamíferos pequeños, se deben utilizar trampas Sherman y colectarlas para removerlas, debido a que difícilmente se alejan de su madriguera aun cuando no tengan crías. En el derecho de vía se deberá supervisar que las madrigueras no tengan crías, pero aun con ruido, movimiento y gente estas especies son difíciles de ahuyentar.

Para el traslado de mamíferos medianos se pueden emplear trampas Tomahawk de diferentes tamaños, las cuales deberán ser cebadas con plátano, atún o carne. Una vez capturados los individuos de fauna cercanos o en el área de influencia del proyecto, serán liberados en zonas que presenten las mismas características fuera del área de construcción.

Todas las trampas deberán revisarse cada tres horas para evitar la deshidratación y alteración de aquellos animales que sean capturados y que puedan sufrir hipertermia, hipotermia y/o ahogamiento. Las trampas de barrera y los transectos para la colocación de trampas Tomahawk se deberán disponer en forma paralela al eje del camino, las trampas deben colocarse con una separación de 50 m entre cada una.

Las serpientes también son especies difíciles de remover, pero a pesar de lo que se cree, no son difíciles de manejar, a las serpientes se les debe de colectar de manera directa (con las manos, o con ayuda de un bastón y pinzas herpetológicas). Pero no se les debe de trampear, ya que estas técnicas son demasiado agresivas para ellas y usualmente se les lastima demasiado, produciendo un rescate ineficiente.

En este sentido, se pretende el rescate de la fauna que se localice dentro del área de influencia del proyecto la cual será reubicada en la zona fuera del área de influencia de dicho proyecto en zonas conservadas.

Cuadro 24. Estrategias para rescate y reubicación de fauna

Etapa del proyecto: Preparación del sitio				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Rescate y protección de fauna silvestre	Rescate y reubicación de individuos	Se realizará previo a las actividades de desmonte y despalme	Brigada de un coordinador de cuadrilla, ayudante principal, rescatista y transportador	Supervisor ambiental, verificación del registro de censo de individuos rescatados.

III.4 Acciones para ubicación de pasos de fauna

Para el diseño e identificación de pasos para fauna se debe usar toda la información generada, con el objetivo de evaluar los sitios, los tipos y el número de pasos para fauna necesarios para mitigar los impactos causados por el proyecto, así como las acciones complementarias a estos pasos para asegurar que sean funcionales.

En primera instancia se identifica a la Fauna presente y el tipo de movilidad que presenta, seguido se identifica la topografía pues de esta depende las zonas de tránsito de Fauna y finalmente se identifica el hábitat o bien el tipo de vegetación presente.

La densidad de pasos de Fauna estar en función de la longitud y tipo de hábitat, cabe señalar que no quedan excluidas las zonas agrícolas. El manual de diseño de pasos para Fauna Silvestre en Carreteras (publicado por SCT) indica las siguientes densidades orientativas de pasos de Fauna.

El funcionamiento y las adecuaciones de los pasos de fauna dependen de varios factores y particularidades de la zona del proyecto, así como de las especies de fauna silvestre que estén involucradas, su instalación, el monitoreo del uso de estos y el monitoreo de la mortalidad por atropellos debe contar con el asesoramiento de biólogos para adaptar las recomendaciones generales a cada situación particular.

Cuadro 25. Estrategias para establecer pasos de fauna

Etapa del proyecto: Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Atropello de Fauna Silvestre	Programa para ubicación y dimensiones de pasos de fauna	Durante la construcción de obras de drenaje	Monitoreo previo de Fauna silvestre mediante fototrampa	El supervisor ambiental verificara que se establezcan las obras según a la densidad y las medidas necesarias para el paso de los distintos grupos de fauna

III.5 Acciones Restauración

III.5.1 Reforestación

Las actividades de revegetación están orientadas a mitigar y compensar el impacto causado a la vegetación, por lo que se contempla ubicar a los ejemplares vegetales en áreas aledañas al de proyecto dentro del derecho de vía.

Para la revegetación se seleccionarán especies representativas de la región, que sean capaces de propagarse vegetativamente, además de cumplir con los efectos restauradores

que les caracteriza, sean capaces de proveer adicionalmente productos o servicios (especies de usos múltiples) de importancia para la región.

Las plantas serán adquiridas en los viveros locales, cercanos al área donde se ubica el proyecto, y en caso dado de que no se encuentren las especies enlistadas el proveedor las deberá producir en un vivero temporal.

La plantación se hará una vez concluida la fase de preparación del sitio, mediante el método de plantación que se implementará será el de la cepa común, con dimensiones mínimas de 40 x 40 x 40 cm, largo, ancho y alto respectivamente, esto con el objeto de permitir el desarrollo de un sistema radical de calidad.

Durante los primeros meses de su establecimiento, la plantación será monitoreada con el objetivo de identificar la posible existencia de plagas o enfermedades que pudiesen incrementar los porcentajes de mortalidad de dicha plantación y determinar los tratamientos a aplicar.

Cuadro 26. Estrategias para revegetación

Etapa del proyecto: Preparación del sitio				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Paisaje, Hábitat	Revegetación del margen del rio y zonas aledañas al proyecto	Se realizará una vez concluidas las actividades de construcción de la superestructura	Brigada de un coordinador de cuadrilla, ayudante principal, rescatista y transportador	Supervisor ambiental, verificación del registro de censo de individuos revegetados y verificar la supervivencia del 80% de organismos.

III.5.2 Obras de conservación de suelos

Para la protección del suelo orgánico, será necesario seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios). Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos.

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas

impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

El material producto del desmonte y despalme se podrá reutilizar; mediante la trituración de este material y el composteo creando un material que puede ser utilizado en la reforestación como abono orgánico o en su caso como capa protectora de suelos propensos a degradación, toda vez que este material contiene semillas que pueden contribuir al proceso de revegetación natural del sitio.

Cuadro 27. Estrategias para conservación de suelos

Etapa del proyecto: Construcción				
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Erosión del suelo	Programa de revegetación	Terminadas las obras de construcción	Individuos previamente rescatados o bien individuos manejados desde germoplasma por el programa de rescate y reubicación, o bien organismos obtenidos de viveros locales	El supervisor ambiental verificara que se cumpla con el área y número de individuos a revegetar

III.5.3 Obras de conservación de componentes hídricos

Con el propósito de mejorar la eficacia del sistema de drenaje y/o la estructura del pavimento, se realizarán los trabajos de construcción de obras de drenaje, aunado por supuesto a obras complementarias de drenaje como: cunetas, lavaderos y bordillos.

Estos elementos serán de concreto hidráulico con resistencia. En los siguientes apartados se desglosan las características de cada obra.

Obras de drenaje transversales. De acuerdo con lo observado en campo se estima la construcción de 19 obras de drenaje transversal, las cuales no ocuparan más superficie que la ocupada por el propio camino proyectado. Todas las obras de drenaje transversal señaladas corresponden a corrientes intermitentes y/o escurrimientos pluviales.

Obras de drenaje longitudinales. Consisten en 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 se provoquen daños; su diseño se basa en los principios de canales abiertos.

Cuadro 28. Estrategias para conservación de componentes hídricos

Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida	Tiempo en el que se instrumentara	Recursos necesarios	Supervisión y grado de cumplimiento
Modificación en la dirección del patrón normal de escorrentía	Construir las obras de drenaje evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escorrentía	Se deberá de construir las obras de drenaje conforme al diseño del proyecto, pero evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escorrentía	Designar a un responsable de la supervisión de la construcción de obras de drenaje que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
Modificación en la calidad del agua superficial	Acciones preventivas y de control para evitar contaminación en escurrimientos	Se deberá realizar un adecuado manejo y almacenamiento de residuos, así como materiales de construcción con la finalidad de evitar la contaminación de los escurrimientos	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos

IV. Criterios de evaluación para los indicadores de seguimiento de impacto ambiental, en su caso valores permisibles y umbrales de alarma.

Se debe de mantener actualizada una base de datos donde se registren hechos importantes desde el punto de vista ambiental (fecha, sitio de ocurrencia, tipo de evento, posibles causas identificadas, medidas correctivas implementadas), así como los registros para la evaluación de los indicadores de evaluación de los Planes. Por lo que se recomienda elaborar informes semanales sobre las actividades realizadas por el Contratista, señalando los avances e inconvenientes que se han presentado en la implementación del Plan de Manejo Ambiental.

IV.1 Índices se seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos sólidos y de aguas residuales.

El manejo de los residuos sólidos comprende las diferentes fases del ciclo: generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición en algún sitio.

Se proponen las siguientes herramientas para evaluar la eficiencia del manejo de residuos:

- Contar con bitácoras para llevar un registro semanal de la cantidad de residuos generados en cada uno de los frentes de trabajo, mismos que serán recolectados periódicamente por el servicio de limpia municipal.
- Verificar que los residuos se dispongan de manera adecuada en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Colocación de contenedores para residuos en los frentes de trabajo;
- Supervisar que los contenedores para residuos sean los adecuados y que se encuentren rotulados, a fin de prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos urbanos.

Cuadro 29. Bitácora de residuos solidos

Cadenamiento	Tipo de residuo encontrado	Cantidad generada (kg)	Manejo aplicado	Tipo de disposición	Responsable del manejo	Observaciones

Aguas residuales

En el caso de los residuos líquidos, en las etapas de construcción, operación, mantenimiento, y retiro, será necesario llevar el registro de las siguientes actividades:

- Bitácoras en donde se indique la fecha en que acuda la empresa contrada para hacer los trabajos de limpieza, mantenimiento y recolección de los servicios sanitarios.

IV.2 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el manejo y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial

Para llevar un adecuado manejo de los residuos peligrosos y de manejo especial se dará seguimiento a las siguientes actividades

En el caso del proyecto, no se considera que se genere este tipo de residuos.

- Revisar que el almacén temporal para residuos peligrosos cumpla con los lineamientos del Reglamento de la LGPGIR.
- Verificar que la empresa contratada para recolección, traslado y disposición final de residuos de manejo especial cuente con su certificado vigente.
- Tener una bitácora a la entrada del almacén temporal, en la que se registre la fuente del residuo, fecha de ingreso y salida del almacén temporal y en su caso el destino final de residuos (manifiestos).
- Capacitaciones del personal con sus respectivos registros.

Cuadro 30. Bitácora de residuos peligrosos y manejo especial

Fecha	Tipo de residuo	Cantidad generada (kg)	Responsable del manejo	Fecha de salida	Observaciones

IV.3 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para el control de emisiones a la atmosfera

A fin de dar seguimiento a las posibles emisiones generadas en el área de proyecto será necesario llevar un registro de la maquinaria, equipo y vehículos que se empleen durante los trabajos de la obra.

- Verificar que los vehículos utilizados en la obra este verificados y no presenten fallas mecánicas.
- Llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.
- Realizar riego periódicamente en las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo.

- Registrar en la bitácora el suelo sobrante producto de la excavación que no vaya a ser utilizado será dispuesto temporalmente en el sitio y trasladado lo más pronto posible a donde la autoridad correspondiente lo determine, en vehículos adecuados cerrados o protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno por polvos o eviten derrames.

Cuadro 31. Bitácora de control de emisiones a la atmosfera

Vehículo, equipo o maquinaria	Placas	Comprobante de verificación	Fecha de mantenimiento	Observaciones

IV.4 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de rescate y reubicación de especies de flora

Después de haber establecido la plantación y de brindarle acciones para garantizar su supervivencia, se procederá a realizar el monitoreo mensual, en donde se evaluará a través de indicadores cuantitativos y cualitativos la sobrevivencia de individuos rescatados.

En caso de la evaluación cuantitativa esta se obtendrá por medio del porcentaje de supervivencia, el cual se calcula con la formula siguiente:

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{Individuos vivos despues del trasplante}}{\text{Individuos trasplantados}} \text{ x } 100$$

Por su parte en la evaluación cualitativa se emplearán indicadores como:

- Vigor: para determinar el vigor se clasificará en tres niveles: a) Excelente. Es aquel individuo que sobresale por su porte y tiene una altura superior a los demás, el diámetro también puede ser de los mayores o por lo menos superior al promedio y además tiene una buena conformación; b). Vigor normal. Son individuos que tienen características comunes a la mayoría del arbolado, tanto en crecimiento en altura como en diámetro y conformación; y c). Raquítico. Son individuos que crecieron suprimidos o que su desarrollo en altura y diámetro está muy por abajo del nivel de los demás, y puede ser un árbol que está próximo a morirse.

- Presencia de daño: para evaluar la posible afectación a individuos se utilizará la siguiente clasificación: 1) Ausencia de daño, no presenta evidencia de daño físico o

causado por plagas y enfermedades; 2) Daño humano, manifiesta heridas causadas por el hombre; 3) Incendios, presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje; 4) Insectos, daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores; 5) Viento, descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire; 6) Enfermedades, daños causados o indicados principalmente por hongos (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis); 7) Roedores, daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones; 8 Pastoreo, pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos y 9) Otros, cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

- Estado fitosanitario. Para evaluar el estado fitosanitario de la plantación se manejará dos conceptos: sano o enfermo. Si el árbol en ese momento se encontró plagado o infectado, entonces se considerará como enfermo.

En caso de presentarse una sobrevivencia menor a lo establecido en los objetivos (sobrevivencia del 80%), se verificarán las condiciones y la metodología aplicada, a fin de corregir cualquier desviación de ésta. De ser necesario se presentarán medidas de mitigación de emergencia, las cuales podrían incluir la reproducción mediante esquejes de las especies que estén siendo afectadas y alcanzar la meta fija sin detrimento de la preservación de los organismos.

IV.5 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de protección y conservación de especies de fauna silvestre

Para la fauna se deberán considerarán las siguientes acciones para el rescate de esta.

- Llevar una bitácora diaria en la que se indique a ausencia o presencia de fauna, en este caso indicar; grupo faunístico, especie, número de individuos rescatados, si se encuentran en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 32. Bitácora de para Fauna silvestre

Cadenamiento	Fecha	Especie	Número de individuo	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Observaciones

IV.6 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las acciones de reforestación

desarrollo de las plantas que incluya:

- Riego de auxilio
- Reposición de planta muerta
- Control de plagas o enfermedades
- Control de malezas

Cuadro 33. Bitácora de para Fauna silvestre

Fecha	Especie	Riego	Aplicación de fungicida	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Observaciones

IV.7 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para las obras de conservación y restauración de suelos

Después del establecimiento de las obras de conservación de suelos y agua (terrazas individuales), se procederá a realizar el monitoreo año con año hasta cumplirse seis años, para ello se utilizarán los siguientes indicadores:

- Retención de suelo en obras: el objetivo de este indicador es estimar la capacidad de almacenamiento de agua y sedimentos de las obras. El método utilizado para este indicador consiste en la cubicación en campo del espacio de almacenamiento, con el que se obtendrá en primera instancia, el volumen potencial de retención, posteriormente se obtiene el volumen de sedimento por metro lineal de obra; una vez hecho lo anterior se estimará la cantidad real de obra construida por hectárea.
- Porcentaje de retención de suelo en obras: se refiere a la cantidad de suelo retenido en obras respecto a la erosión actual del suelo actual sin obras. Para calcular la erosión total en un segmento de pendiente se utilizará la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos.
- Porcentaje de cobertura vegetal del suelo: la estimación de cobertura se puede realizar por medio de software como SIDELOOK de Michael Nobis, el cual nos

permite obtener parámetros estructurales de la vegetación (estratos) y su porcentaje de cobertura.

- Captación de agua en obras: se asocia al volumen potencial de captación, el cual se determina con base en la cubicación de su geometría y distribución en el terreno (estimado en el apartado de Retención de suelo en obras de ladera y cárcavas).

Además de los indicadores anteriores, también se evaluará la calidad y funcionalidad de las obras de conservación. A continuación, se presenta un cuadro tipo para el registro de las obras de conservación de suelo. Para evaluar el indicador de condición se utilizarán tres categorías: 1) Estable, 2) Débil y 3) Destruida.

Respecto a la evaluación del daño se tomarán en cuenta características particulares de acuerdo con el grado del daño o el origen, utilizando la siguiente clasificación; 1) Daño humano. - La terraza o cordón manifiestan deterioro causadas por el hombre, 2) Viento. - El material que conforma el cordón o terraza ha sido removido por viento, 3) Pastoreo. - Pisoteo y daños en el diseño original de la obra.

Por último, se evaluará la funcionalidad de las obras, la cual se considera como una manifestación del papel ecológico que están desempeñando, en cuanto a retención de suelo y agua. La codificación para utilizar es: a) optima, cuando la acumulación de sedimentos mayores a 5 cm de altura, b) buena, la acumulación de sedimentos de 3 a 5 cm de altura y c) Pobre, la acumulación de sedimentos menores a 3 cm.

Cuadro 34. Bitácora para conservación y restauración de suelos

m^3 de capa de suelo orgánico recuperado	Ubicación de las áreas sujetas a limpieza	Ubicación de superficies a implementar medidas de protección y conservación de suelos y agua

IV.1 Índices de seguimiento y criterios de evaluación para los pasos de fauna

Medidas para disminuir la mortalidad

Para disminuir la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre en los tramos del proyecto donde se detecten gran mortalidad, se colocarán las siguientes estructuras:

- Pasos de fauna, cercos inductivos, así como rampas de escape para aquellas especies que logren acceder a la infraestructura y no queden atrapados en ella.

- Las obras de drenaje que sean seleccionadas para cumplir su función de pasos de fauna se les deberá de dar mantenimiento y deberán ser desazolvadas de manera constante para que no se impida el paso de fauna silvestre y funcionen de manera efectiva.
- Señalamientos preventivos sobre la presencia de fauna en la carretera, estas señales se instalarán por lo menos 1 cada 500 metros debido a las características y longitud del tramo a modernizar.
- Estructuras para reducir la velocidad vial en los tramos donde se detecte gran incidencia de muerte de fauna por atropellamientos, eso siguiendo la N·PRY·CAR·10·04·006/08 Dispositivos para el control de la velocidad.

- Donde siga habiendo una alta incidencia de muerte de fauna por atropellamientos se instalarán vallados perimetrales. De acuerdo con lo establecido por Magrama (2015).

Señalización de advertencia

a) Características y prescripciones básicas

Las señales que indican la presencia de fauna son un medio costo-efectivo de reducir las colisiones en las carreteras. Las señales sirven como una advertencia para el público en general y para los trabajadores durante la construcción y operación de una vía. Ellas alertan a las personas sobre la necesidad de reducir la velocidad al pasar por áreas de actividad de la vida silvestre.

La señal vertical normalizada que advierte de la probable irrupción de fauna silvestre en la vía es poco efectiva debido a su profusa utilización en muchísimos tramos de carreteras. Por ello se aplican paneles especiales para reforzar el mensaje de advertencia.

Cabe destacar que todas las señales deberán ajustarse a la normativa de señalización y, cuando se utilicen elementos singulares, se requerirá la autorización previa de los organismos competentes.

En los tramos en los que se haya detectado un alto índice de accidentes causados por colisiones con grandes mamíferos se puede reforzar la señalización de advertencia mediante los siguientes métodos:

Añadir señalización de limitación de velocidad.

Colocar la señal de advertencia sobre paneles de fondos de color llamativo.

Incorporar señales luminosas, preferentemente destellantes.

Aplicar señalización horizontal, indicando en el pavimento la entrada en un tramo con alto riesgo de cruce de fauna silvestre.

En los tramos en los que exista un período de mayor conflictividad por colisión con ungulados, se podrá optar por instalar o reforzar las señales de advertencia sólo en

estos períodos. De este modo se consigue aumentar la efectividad del mensaje y alertar a los conductores no habituados a su presencia.

b) Señales con sensores de detección de fauna

Otro sistema alternativo, con un coste más elevado y no pocas dificultades técnicas para su aplicación, son las señales que emiten destellos luminosos de advertencia de peligro y de limitación de velocidad, activadas mediante sensores de detección de fauna. Estos sensores detectan la aproximación de animales de gran tamaño (cérvidos, osos, etc.) a distancias que pueden alcanzar los 200 m, gracias a las diferencias térmicas entre el cuerpo del animal y su entorno, o por el movimiento.

La efectividad de estas señales se basa principalmente en que no advierten de un riesgo potencial sino de un peligro real, por la presencia de animales en las proximidades de la calzada.

- Para aumentar su efectividad deberá informarse a los usuarios de las vías mediante paneles informativos del funcionamiento de los dispositivos.
- Una limitación importante para el uso de este sistema es que sólo puede aplicarse en zonas relativamente llanas y con vegetación arbustiva y herbácea, que no interpongan obstáculos entre los animales y los sensores.
- Estos dispositivos requieren mantenimiento y controles periódicos frecuentes.

V. Procedimientos para monitorear de las medidas de mitigación y la ejecución de medidas correctivas emergentes del SA de proyecto.

V.1 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo del manejo y disposición final de residuos sólidos y de aguas residuales.

Se realizarán recorridos periódicos (semanal/mensual) en los diferentes frentes de trabajo para supervisar que lleve a cabo la separación y disposición de los residuos sólidos, La información recabada de cumplimiento deberá quedar asentada en el expediente de la obra.

Se llevará un registro a partir del Plan de Monitoreo de Desechos Sólidos, en las etapas de construcción, operación, mantenimiento, y retiro, el cual será aplicado en toda el área de influencia ambiental abiótica directa del Proyecto.

Cuadro 35. Monitoreo de residuos solidos

Cadenamiento	Tipo de residuo	Normatividad aplicable	Observaciones

V.2 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo del manejo y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial

Implementar un Manejo Integral de Residuos peligrosos y de manejo especial como guía para: identificar, valorar, prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos

Se deberá realizar una caracterización de los residuos que podrían generarse, para poder definir la manera como se manejarán.

Se deberá realizar un levantamiento en cada frente de obra, del tipo, peso, volumen de los residuos producidos, además de su calidad, es decir, el estado en el que sale (contaminado, mezclado).

Cuadro 36. Monitoreo de residuos de manejo especial o peligrosos

Cadenamiento	Tipo de residuo	Normatividad aplicable	Responsable del manejo	Empresa contratada para la disposición	Observaciones

V.3 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para el control de emisiones a la atmosfera

Se debe establecer un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados en las zonas urbanas y especialmente de la obra, así como verificar que los vehículos cumplan con las medidas establecidas para reducir la emisión de contaminantes. Así como establecer horarios de riego a fin de disminuir el levantamiento de polvo.

Cuadro 37. Monitoreo de emisiones

Vehículo, equipo o maquinaria	Placas	Comprobante de verificación	Fecha de mantenimiento	Responsable del manejo	Observaciones

V.4 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de rescate y reubicación de flora silvestre

La metodología para el rescate y reubicación de flora silvestre estará a cargo de biólogos, o ingenieros forestales. El personal que se encargará de las actividades de rescate portará una identificación que avale los trabajos a realizar, así como su hoja de comisión de la empresa que los contrató para prestar sus servicios.

A continuación, se presentan los procedimientos para el rescate y reubicación de flora.

Recorridos de búsqueda. Previo al inicio de la actividad de rescate, se instalarán marcas visibles en los límites del área del Proyecto, para que el personal visualice fácilmente los límites de las zonas de rescate, evitando así extraer individuos que no serán perjudicados por las obras del proyecto y, por el contrario, poder identificar todas aquellas que sí serán afectadas.

Registro de datos. Antes de iniciar con la extracción de individuos en la superficie del proyecto, se registrarán datos referentes a sus características ecológicas rescate para que sirvan de referencia en la elección del micrositio donde serán trasplantadas durante la etapa de reubicación. De cada individuo rescatado se registrarán datos como nombre de la especie, daños y/o enfermedades presentes, y su exposición con respecto al sol, esto con el fin de saber sus condiciones de desarrollo y la manera en que prosperan dichas especies en cada tramo de distribución.

Extracción. Las especies listadas para ser rescatada son principalmente arbustos y epífitas por lo que se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se seleccionarán principalmente individuos sanos
- En el caso de los árboles serán extraídos por el método de “Banqueo”, el cual consiste en hacer una zanja alrededor del árbol con el fin de formar un cepellón, que es una masa formada por las raíces del árbol y el suelo.
- Para la extracción de arbustos y/o árboles pequeños se utilizará un procedimiento similar al banqueo, en primera instancia se recortará el perímetro alrededor de la planta que se desea mover, usando una pala afilada para cortar las raíces.

- La extracción de epífitas se realizará con la ayuda de un machete o navajas pequeñas, cuidando de no perder ningún órgano importante, tratando de conservar la mayor integridad posible del sistema radical sin que sean desprendidos del sustrato (rama, tronco, raíz) y manteniendo también parte del sustrato en el que se venían desarrollando. Se priorizará el rescate de ejemplares de epífitas juveniles y adultos, descartando aquellos en etapa de senescencia.

a) De presentar estructuras reproductoras (flores y/o frutos) estos serán cortados con tijeras de podar ya en este momento no es recomendable que la planta gaste recursos en la formación de tales estructuras.
b) Las partes aéreas deben ser amarradas con cuerdas o cubiertas con malla para evitar daños. Deberán colocarse etiquetas con la clave de identificación del ejemplar, encontrada en la base de datos.
c) En el caso de que algunos individuos no puedan ser extraídos, entonces se aplicará la técnica de “estacas”, la cual consiste en cortar las secciones distales de las ramas jóvenes de unos 20-30 cm de largo; el corte deberá hacerse justo debajo de un nudo
d) Previo al trasplante en la maceta, se podarán todas aquellas raíces que sufrieron algún daño durante la etapa de rescate. Es de suma importancia evitar en lo posible cortar o dañar las raíces principales en caso de que esta exista; ya que de esta raíz depende la principal fuente de abastecimiento de agua y nutrientes de la planta y por lo tanto también su sobrevivencia.
e) Posteriormente se lavarán y de preferencia, en caso de tener las sustancias adecuadas, se aplicará una mezcla de enraizador (Radix 1500) y fungicida (Captan) en relación 1:1.
f) Una vez extraída la planta será trasplantará a una maceta de plástico de tamaño adecuado a las dimensiones de la planta. En caso de que no se tengan macetas a la mano se deberán colocar en bolsas de plástico negras para vivero, en bolsas de papel estraza o en su defecto en papel periódico. Para el trasplante en macetas, se deberá de tomar de la misma tierra del sitio donde se obtuvo el ejemplar.
g) Para el traslado de las plantas al sitio de acopio se deberá tener precaución en colocar adecuadamente cada individuo en la carretilla o caja para evitar maltratarlos.

V.5 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de protección y conservación de fauna silvestre

Los métodos de muestreo de fauna dependen en gran medida, de parámetros como son: hábitos del grupo faunístico a estudiar, las condiciones ambientales y climáticas del área de área de estudio. Aunado a esto, existen una multitud de métodos para estudiar la fauna silvestre (Painter et al., 1999) por lo que resulta imposible utilizar un solo método de muestreo para todos los grupos faunísticos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

De este modo, se utilizarán transectos en todos los grupos de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), en los que el observador registra los animales avistados dentro de un ancho establecido o no, dependiendo del taxón y el ambiente. Los transectos más comunes son los realizados a pie, por ser los más económicos y muchas veces los únicos posibles por las condiciones físicas del medio (Painter et al., 1999). Para el muestreo, búsqueda e identificación de organismos de los diferentes grupos faunísticos, se planificaron caminatas en transectos en horarios de mayor actividad, en base a su comportamiento y biología (Painter *et al*., 1999), ya que varía en cada tipo de organismo.

Se llevará a cabo un registro de las especies de animales observados y rescatados en el área del proyecto.

Cuadro 38. Monitoreo de fauna

Cadenamiento	Fecha	Especie	Número de individuo	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Observaciones

V.6 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las acciones de reforestación

El éxito en la reforestación depende principalmente de la calidad de la planta, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo.

El periodo de monitoreo durará aproximadamente 9 meses. Durante este periodo se llevarán distintas actividades cuyo principal fin es permitir que la planta se establezca con éxito:

- Mantenimiento a las obras de conservación de suelo
- Riego constante
- Aplicación de fertilizantes y funguicidas e insecticidas

Se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación. Se deberá además elaborar un calendario de las actividades de rescate que será contemplado con la supervisión.

Cuadro 39. Monitoreo de especies de revegetación

Sitio	Fecha	Especie	Número de individuo	Observaciones

V.7 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de las obras de conservación y restauración de suelos.

La ejecución de este programa estará a cargo de un supervisor ambiental quien a su vez tendrá a cargo un equipo de vigilancia en materia ambiental, quienes llevarán bitácora de las acciones emprendidas para la conservación y prevención de la contaminación de suelos.

Los resultados obtenidos serán registrados en una bitácora de campo, donde se escribirán las actividades realizadas y contendrá la siguiente información:

- Ubicación de las áreas sujetas a limpieza
- Ubicación de superficies a implementar medidas de protección y conservación de suelos y agua.

V.8 Procedimiento, técnicas y metodologías utilizadas para monitoreo y evaluación de los pasos de fauna

Dado que las obras de drenaje se adecuarán durante la construcción del proyecto, no se podrá modificar su posición o distribución, así mismo los patrones de movilidad de la Fauna no se pueden definir con exactitud se proponen en una sección anterior vallados para dirigir a la Fauna a hacer usos de los pasos de establecidos, pero en los casos en que existan incidentes recurrentes de atropello se colocaran la señalización adecuada para evitar percances.

V.8.1 Monitoreo de pasos de fauna

El monitoreo de la fauna silvestre antes y después de la construcción de infraestructura carretera, es un elemento clave en la selección de estructuras de pasos de fauna óptimos, así como la evaluación de su éxito. El monitoreo puede basarse en evaluaciones simples de la presencia de fauna en el tramo carretero hasta procesos ecológicos complejos y funciones de los paisajes de importancia para la conservación.

V.8.2 Monitoreo con cámaras trampa

Las cámaras trampas registran fotos de la fauna silvestre, con las que se obtiene datos de ocurrencia (Long et al. 2012). Estas cámaras se pueden programar para que detecten animales que se encuentren cerca o que están en el cruce, circulando por un camino, o en áreas mayores cuando se disponen sistemáticamente en un área específica para su monitoreo. Las cámaras permiten una identificación precisa de las especies, pueden permanecer trabajando por largos periodos de tiempo e instalarse en cualquier época del año, registran animales de forma permanente y se obtienen fotos para el conocimiento y la difusión de su presencia. Una ventaja de las cámaras trampas sobre los estudios con huellas es que las especies pueden ser identificadas individualmente, cosa que permite realizar análisis más detallados (Maffei et al. 2011; Polisar et al. 2014). Además, muchos de los equipos de foto trampeo actuales permiten grabar video con los que se obtiene más información respecto al comportamiento animal, los cuales incluyen los intentos fallidos de cruzar las estructuras o velocidad del animal cruzando.

Para el presente proyecto se llevará a cabo la instalación de equipo de foto trampeo los cuales serán dispuestos justo al terminar las obras de drenaje y se mantendrán funcionando por un periodo de tres años durante los cuales se realizarán revisiones del equipo cada dos meses. El uso de este tipo de tecnología permitirá evidenciar el éxito de cada paso, para ello se calculará el Índice de frecuencia relativa (capturas/1000 días trampa).

V.8.3 Registro de huellas mediante registro de trampas huellas

Las huellas de mamíferos se usan para confirmar su presencia, además de documentar sus movimientos para apoyar datos sobre medidas de mitigación, y potencialmente, tendencias poblacionales (Clevenger et al., 2002; Ng et al., 2004, Long et al., 2012). Las parcelas de huellas se instalan con diversos materiales (ej. con el sustrato disponible en el suelo, agregando arena, una mezcla de arena y limo o polvo de mármol) que es depositado en una parcela lineal en la entrada de una alcantarilla o dentro de la misma (Mata et al. 2005; Clevenger y Huijser 2011). Las parcelas de huellas dentro de las alcantarillas o debajo de las estructuras de cruce protegen las huellas de ser borradas por el viento o la lluvia, obteniendo datos confiables cuando son revisadas y barridas cada 3 a 4 días (Clevenger y Huijser 2011). Dependiendo de la disponibilidad de medios para estudiar huellas, esta técnica es de bajo costo y no precisa mayor tecnología, aunque el reconocimiento y registro de las huellas requiere de personal capacitado.

En el presente proyecto, en las estructuras de drenaje se colocará una franja de tierra fina, arena o una composta de yeso con arena o cal con arena (40-60%), las dimensiones de las franjas serán variables, pero se recomienda que su longitud sea igual al ancho del paso, su espesor será de 15 cm a cada lado del eje de la carretera. Se deben colocar en los accesos del paso y en su parte central.

Las trampas se revisarán cada 3 a 4 días una vez terminados los pasos de fauna y una vez por mes durante tres años, a partir de que entre en operación la carretera. Cada una de las huellas será identificada y registrada en una base de datos para posteriormente llevar a cabo el análisis de estas. Para comparar los índices de uso de pasos de fauna y estructuras de drenaje, se parte de la siguiente fórmula propuesta por Mata et al. (2006):

$$IU = \frac{(\frac{n_{ij}}{e_j})}{(\frac{N_i}{E})}$$

Dónde:

nij= número de observaciones por día para una especie i (o para el conjunto de ellas) en un tipo de estructura j;

ej= número de estructuras del tipo j;

Ni = número de observaciones por día para una especie (o para el conjunto de ellas) en el total de estructuras

E = número total de estructuras monitoreadas.

Los valores cercanos a 1 indican un mayor uso de las estructuras, mientras que los valores cercanos a 0 señalan poco uso de ellas

V.8.4 Índice de atropello

Se monitoreará el índice de atropellamiento durante tres años partir del inicio de la operación de la vialidad. Se calculará el índice de fauna atropellada como parámetro del uso de pasos de fauna. Se harán recorridos periódicos a pie o en vehículos el transecto (carretera) se recorrerá a una velocidad promedio de 20-30 km/h (en algunos casos se debe considerar la velocidad mínima establecida). Los recorridos se deberán llevar a cabo cada cuatro días, durante tres días seguidos Los horarios recomendados van de las 5:00 a las 7:00 horas, y de las 18:00 a las 22:00 horas, debido a que investigaciones previas han demostrado que son los picos de mayores registros debido al comportamiento de las especies (nocturnos crepusculares; Arévalo y Pomareda, 2013; Araya-Gamboa y Salom-Pérez, 2013).

Además del muestreo en vehículo y con el fin de poder detectar especies más pequeñas como anfibios y reptiles, se realizan muestreos diurnos a pie (combinando con el recorrido diurno en vehículo), según sea el tamaño del transecto a monitorear. Para ello se instalan parcelas fijas de 100 x 10 m, cada 3 kilómetros.

Cada observación se identificará en la medida de lo posible la especie, el tipo de evento ya sea atropello, avistamiento o rastro (huellas, heces o pelos), las coordenadas con el GPS, se tomarán fotografías, se anotará la fecha y la hora, y las variables topográficas, esto con el fin de caracterizar los sitios de colisiones.

Los datos obtenidos se deberán ingresar en una base de datos, con los cuales se generarán mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), los cuales proporcionarán imágenes precisas de las zonas con mayor densidad de atropellamientos, así como posibles puntos de conflicto en el área de influencia del proyecto (Puntos negros). La localización y frecuencia de los atropellamientos registrados y sus índices asociados servirán de referencia para analizar y comparar los índices de atropellamiento del proyecto, una vez que hayan sido construidas las obras de drenaje y/o pasos de fauna.

El parámetro utilizado para cuantificar la frecuencia de atropellos es el Índice kilométrico de abundancia (IKA; Ferry y Frochot, 1958). que corresponde a una medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos, de manera que permite comparar tramos de diferente longitud.

IKA= No. de atropellos / (No. de km * No. recorridos)

El índice de atropellamientos permite conocer en qué puntos de la carretera o en qué carreteras ocurre con mayor frecuencia este fenómeno, qué especies son más vulnerable y frecuentes en los incidentes carreteros y en que temporadas es más común observar el fenómeno.

V.9 Plan de respuesta e implementación de acciones correctivas ante contingencias ambientales.

Se deben de identificar las posibles actividades que pudieran ocasionar un evento fortuito. A partir de ello se deberán establecer las acciones necesarias, afín de prevenir y controlar eventualidades naturales (derrames de combustible en suelo natural) que pudieran ocurrir en el proyecto.

Se deben de realizar recorridos diarios en cada uno de los frentes de trabajo a fin de identificar los posibles eventos que pusieran generar un impacto ambiental.

Revisar las minutas a fin de prevenir que se generen eventos de contaminación cruzada en los almacenes.

Capacitar periódicamente al personal en materia de residuos y de los protocolos a seguir durante los trabajos de obra.

Verificar que se cumplan con los planes y programas a fin de evitar que se presente un mayor impacto ambiental.

En caso de que se presentara una contingencia verificar las consecuencias y elaborar un informe con evidencia fotográfica.

Se debe de contar con una brigada responsable de atender emergencias ambientales y tener un mecanismo de comunicación entre los trabajadores y los responsables de los responsables de la obra

VI. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO

VI.1 Requerimientos de personal, materiales y equipo.

Para llevar a cabo las acciones de la vigilancia ambiental se requiere de **un coordinador** y **un supervisor ambiental**.

En cuanto a recursos materiales, se recomienda contar con lo siguiente:

- Bitácoras o libretas de campo
- Libretas
- GPS (sistema de posicionamiento global), de preferencia con precisión de 10 m
- Cámara fotográfica (1 por cuadrilla)
- Gorras, sombreros o cualquier protección para el sol
- Ropa larga y resistente
- Botas de campo
- Vehículo para transportar material y personal

VI.2 Catálogo de costos

A continuación, se presenta un costo estimado para las actividades de Vigilancia Ambiental:

Cuadro 40. Costo total de las actividades de vigilancia ambiental

Actividad/Requerimientos	Precio unitario*	Total
Coordinador	$18,000.00	$216,000.00
Supervisor	$15,000.00	$180,000.00
Papelería	$5,000	$60,000
GPS	$4,750.00	$9,500
Cámara fotográfica	$19,000.00	$38,000
Renta Camioneta (con gasolina)	48,000.00	$576,000
Total		**$1,079,500.00**

En total se considera una inversión de **$1,079,500.00** (un millón setenta y nueve mil pesos) para la ejecución del programa de vigilancia ambiental.

VI.1 Programa de actividades por etapa de proyecto y medida de prevención, mitigación, restauración y/o compensación ambiental (Diagrama de Gantt)

En el siguiente cuadro se presenta la calendarización de actividades

Etapa	Actividad	Años					
		1	2	3	4	5	6
Preparación del sitio	Flora silvestre	x					
	Fauna	x					
	Paisaje	x					
Construcción	Emisiones a la atmosfera	x	x	x	x	x	
	Residuos solidos	x	x	x	x	x	x
	Residuos peligrosos	x	x	x	x	x	
	Restauración					x	
Operación y mantenimiento	Reforestación					x	x

VII. RESPONSABLE DE LAS ACCIONES

Coordinador debe ser un profesional en las áreas de la ingeniería, geología, sociales o biología, con experiencia en el área ambiental. Dentro de sus funciones se encuentran:

- Inspeccionar diariamente la ejecución del Plan de Manejo ambiental:
- Solicitar los correctivos necesarios al Contratista, por el incumplimiento del Plan de Manejo o de la normatividad ambiental vigente.
- Planear y ejecutar reuniones periódicas con el Grupo Gestión Ambiental, con el fin de evaluar el desarrollo del Plan de Manejo, y definir cuáles son los ajustes que se le deben realizar.
- Diseñar los formatos de seguimiento y evaluación de las labores de campo, así como de manejo de los datos de soporte de los indicadores establecidos en el Plan para la evaluación de los programas.
- Apoyar las relaciones del proyecto con las autoridades ambientales y locales.

Supervisores ambientales de campo El grupo de Supervisores ambientales estará conformado por tres profesionales, un ingeniero o geólogo con experiencia en el área ambiental, un biólogo, agrónomo o ingeniero forestal y un profesional en el área social, que tendrán como funciones las siguientes:

- Dirigir y evaluar el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental

- Evaluar la eficiencia y eficacia de las medidas planteadas en el Plan de Manejo, así como las de las medidas diseñadas para atender impactos no identificados en el Estudio de Impacto Ambiental

Comunicaciones
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional

Camino E.C. (Huajuapan – Juxtlahuaca)-San Martín Peras–Barrio del Carmen, con una meta de 16.379 km, ubicado en el estado de Oaxaca

Contenido

Introducción 3
Ubicación del proyecto 3
Características del proyecto y superficies de afectación 4
Polígonos de afectación forestal 6
Región ecológica 9
Vegetación del área del proyecto 10
Fauna silvestre del área del proyecto 12
Alcances del estudio técnico económico 16
Objetivo del estudio técnico económico 16
Marco legal de los seguros y fianzas en la evaluación de impacto ambiental 16
Determinación del monto de la fianza 20
Valoración 21
Conclusiones 27

Estudio técnico económico

Introducción

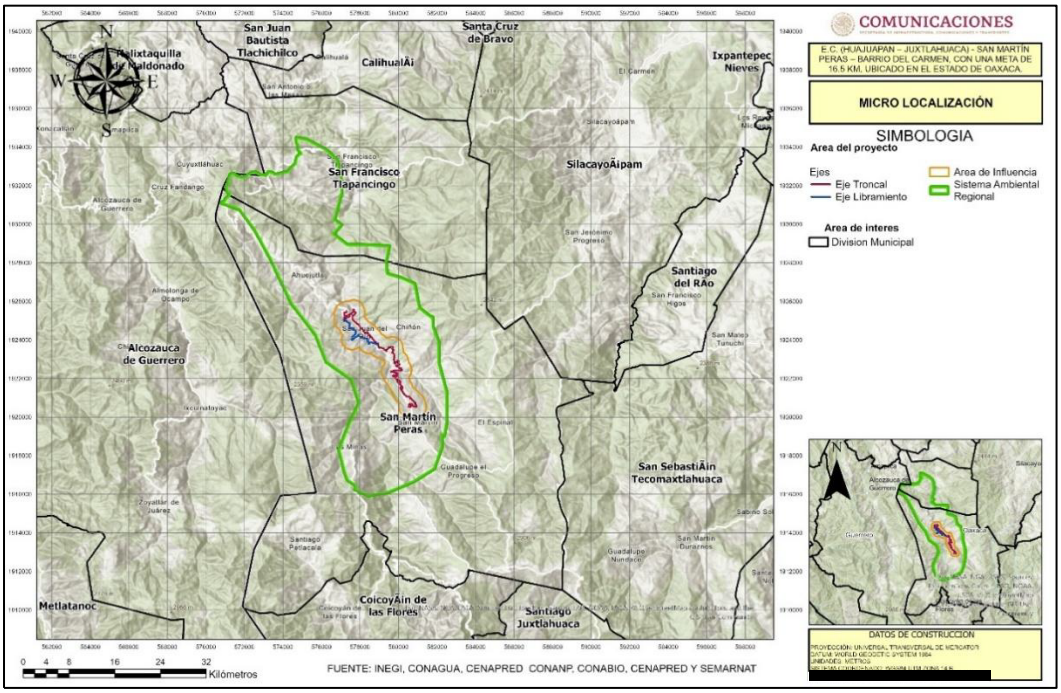
A través de este documento se pretende instituir de forma objetiva el costo económico que fungirá como garantía del cumplimiento de las actividades de mitigación de la obra carretera, ya que para obtener la anuencia de construcción se requiere que las actividades estén sujetas a la descripción contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), en los planos, información y en lo dispuesto en de las obras y actividades, se solicita la propuesta de adquisición de un instrumento de garantía que asegure el debido cumplimiento de las condicionantes establecidas, lo cual responde a los resultados del presente Estudio Técnico-Económico mismo que será analizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), previo al inicio de las obras y actividades.

Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra inmerso en el municipio de San Martin Pereas, el municipio se localiza al noroeste del estado de Oaxaca. Ocupa el 0.26% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de San Francisco Tlapancingo y Silacayoápam; al este con los municipios de Silacayoápam y San Sebastián Tecomaxtlahuaca; al sur con los municipios de Santiago Juxtlahuaca y Coicoyán de las Flores; al oeste con el estado de Guerrero.

Coordenadas de ubicación del proyecto.

Subtramo	Estación	KM	Zona	X	Y	Longitud
Eje troncal	Inicio	36+400	14 Q	580612.926	1920508.56	12.940 km
	Final	49+340	14 Q	577276.614	1925444.28	
Libramiento	Inicio	100+000	14 Q	578956.617	1923720.79	3.439 km
	Final	103+439	14 Q	577192.29	1925088.81	



Microlocalización del proyecto.

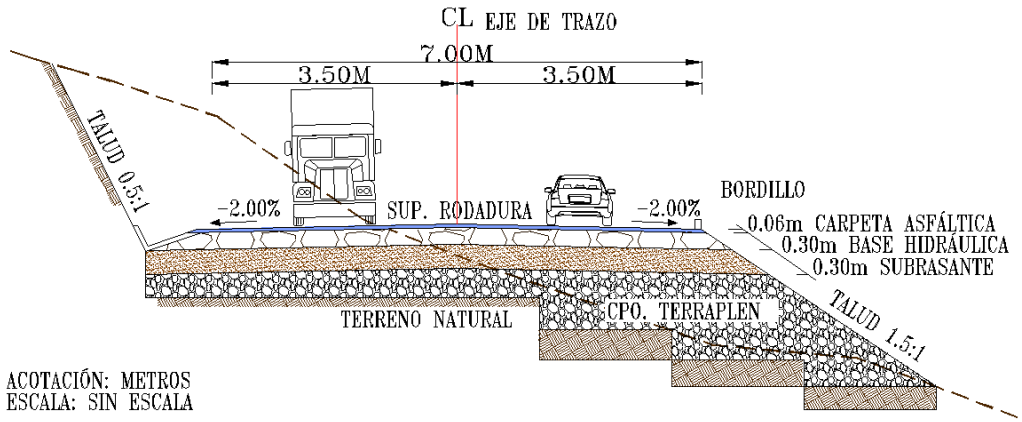
Características del proyecto y superficies de afectación

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

Dimensiones del proyecto.

Especificaciones geométricas	Troncal	Ramal	Total
Camino tipo	D	D	D
Longitud total (m)	12,940	3,439	16,379
Ancho de corona (m)	7	7	7
Ancho de calzada (m)	7	7	7
Ancho de línea de ceros promedio (m)	13.83	13.83	16.347
Sup. total, de la línea de ceros (ha)	20.4900	6.1215	26.6115

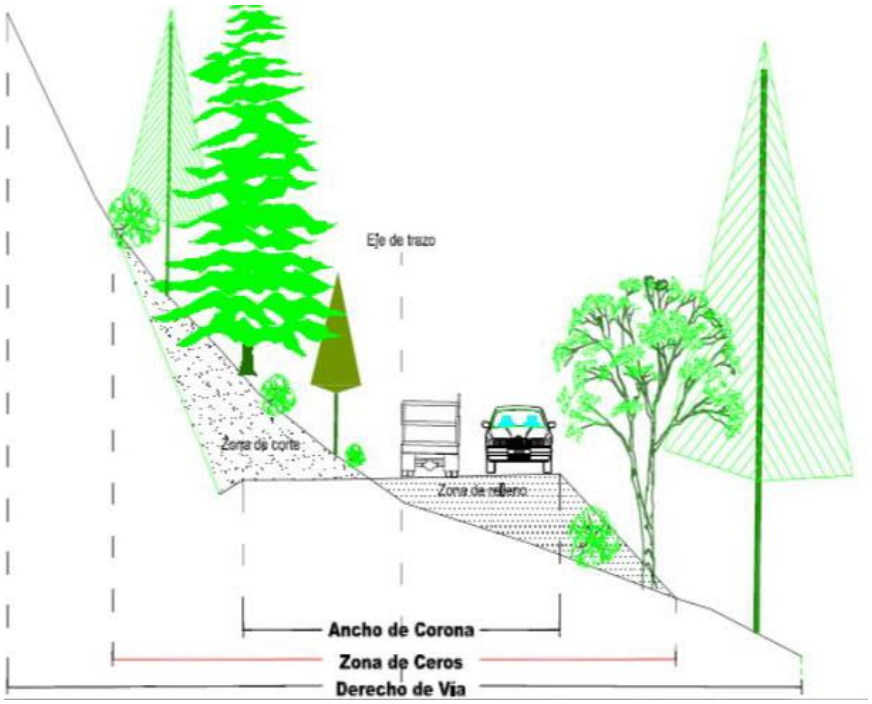
Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 26.6115 ha. Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).



Sección tipo.

Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto.

Área	Componentes	Troncal	Libramiento	Total (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	9.0281	2.3965	11.4246	42.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	11.4619	3.7250	15.1869	57.07%
Total		**20.6536**	**20.4900**	**6.1215**	**26.6115 %**



Esquema general de la afectación de un proyecto similar en cuanto a cortes y terraplén.

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente

Desglose de superficies	Componente	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	6.0253	22.64%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	**20.5862**	**77.36%**
Total		**26.6115**	**100.00%**

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 26.6115 ha, de las cuales 6.0253 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 20.5862 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

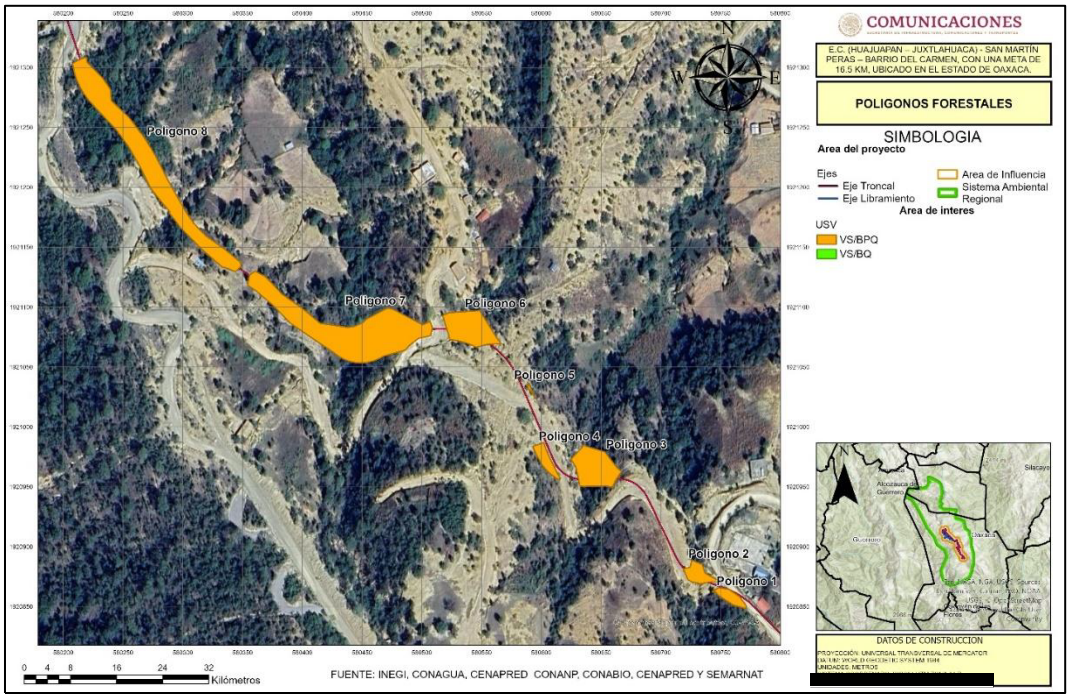
Polígonos de afectación forestal

En total se tienen las 8.2524 se reparten en 48 polígonos forestales, siendo un total de 36 polígonos de Vegetación secundaria de bosque de pino encino, y para la Vegetación secundaria de bosque de encino son 12 polígonos, los cuales se presentan en el siguiente cuadro e imágenes:

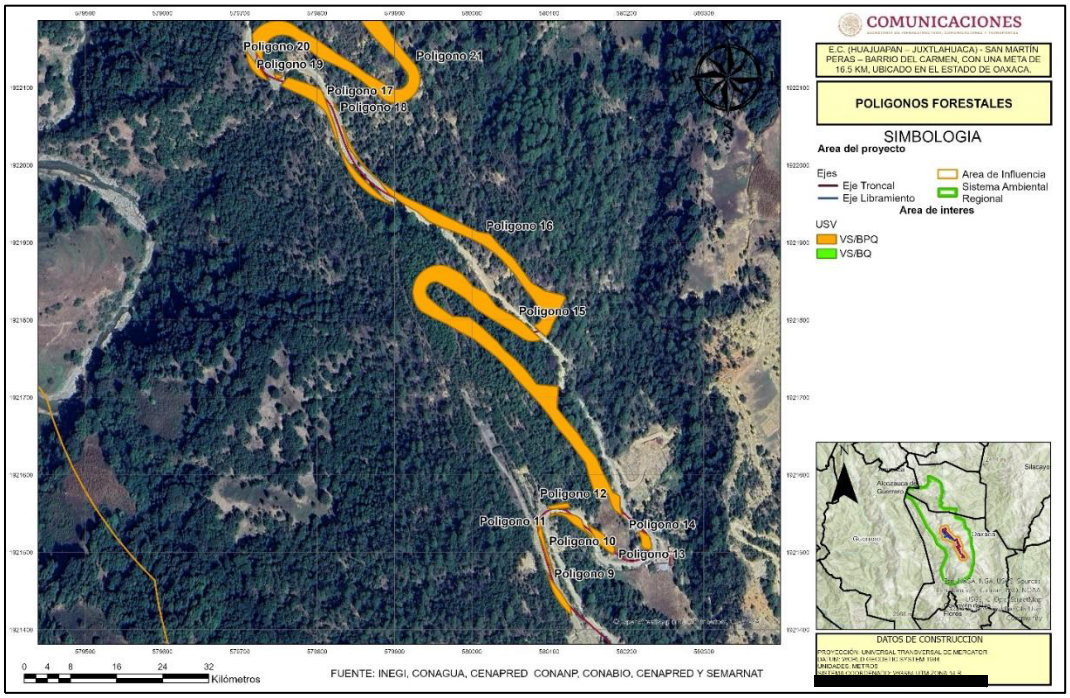
Desglose de la superficie de los polígonos forestales para el proyecto							
Numero	Polígono	USV	Superficie	Numero	Polígono	USV	Superficie
1	Polígono 1	VS/BPQ	0.0208	26	Polígono 26	VS/BPQ	0.0746
2	Polígono 2	VS/BPQ	0.0286	27	Polígono 27	VS/BPQ	0.0212
3	Polígono 3	VS/BPQ	0.0977	28	Polígono 28	VS/BPQ	0.0745
4	Polígono 4	VS/BPQ	0.0244	29	Polígono 29	VS/BPQ	0.9015
5	Polígono 5	VS/BPQ	0.0014	30	Polígono 30	VS/BPQ	0.4619
6	Polígono 6	VS/BPQ	0.0972	31	Polígono 31	VS/BPQ	0.0284
7	Polígono 7	VS/BPQ	0.36	32	Polígono 32	VS/BPQ	0.1386
8	Polígono 8	VS/BPQ	0.3122	33	Polígono 33	VS/BPQ	0.0012
9	Polígono 9	VS/BPQ	0.0323	34	Polígono 34	VS/BPQ	0.0531
10	Polígono 10	VS/BPQ	0.0252	35	Polígono 35	VS/BPQ	0.0521
11	Polígono 11	VS/BPQ	0.032	36	Polígono 36	VS/BPQ	0.0055
12	Polígono 12	VS/BPQ	0.014	37	Polígono 37	VS/BQ	0.1207
13	Polígono 13	VS/BPQ	0.0404	38	Polígono 38	VS/BQ	0.7003
14	Polígono 14	VS/BPQ	0.0238	39	Polígono 39	VS/BQ	0.0117
15	Polígono 15	VS/BPQ	1.0193	40	Polígono 40	VS/BQ	0.0861
16	Polígono 16	VS/BPQ	0.4458	41	Polígono 41	VS/BQ	0.017
17	Polígono 17	VS/BPQ	0.1678	42	Polígono 42	VS/BQ	0.3428

Numero	Polígono	USV	Superficie	Numero	Polígono	USV	Superficie
18	Polígono 18	VS/BPQ	0.0011	43	Polígono 43	VS/BQ	0.0283
19	Polígono 19	VS/BPQ	0.0037	44	Polígono 44	VS/BQ	0.7025
20	Polígono 20	VS/BPQ	0.0266	45	Polígono 45	VS/BQ	0.11
21	Polígono 21	VS/BPQ	0.6461	46	Polígono 46	VS/BQ	0.0272
22	Polígono 22	VS/BPQ	0.0327	47	Polígono 47	VS/BQ	0.1341
23	Polígono 23	VS/BPQ	0.2438	48	Polígono 48	VS/BQ	0.2003
24	Polígono 24	VS/BPQ	0.0145	Total			8.2381
25	Polígono 25	VS/BPQ	0.2331				

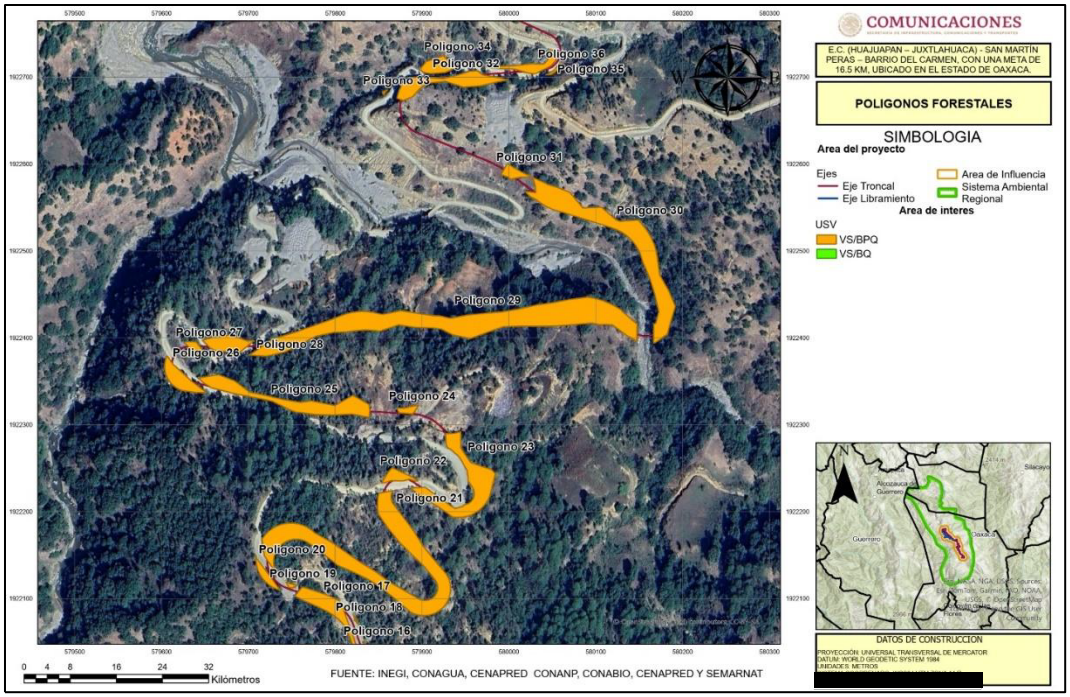
Adicionalmente se presentan los vértices de los polígonos forestales en el archivo de Excel "*Vértices de los polígonos forestales*.xlsx".



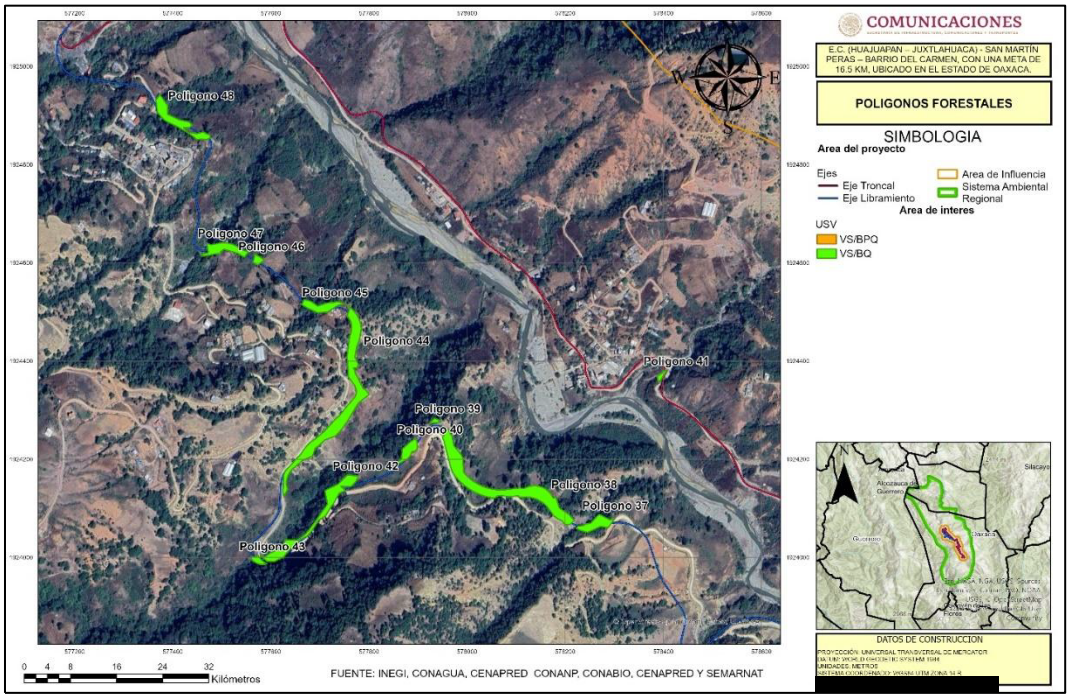
Vista de los polígonos forestales 1.



Vista de los polígonos forestales 2.



Vista de los polígonos forestales 3.



Vista de los polígonos forestales 4.

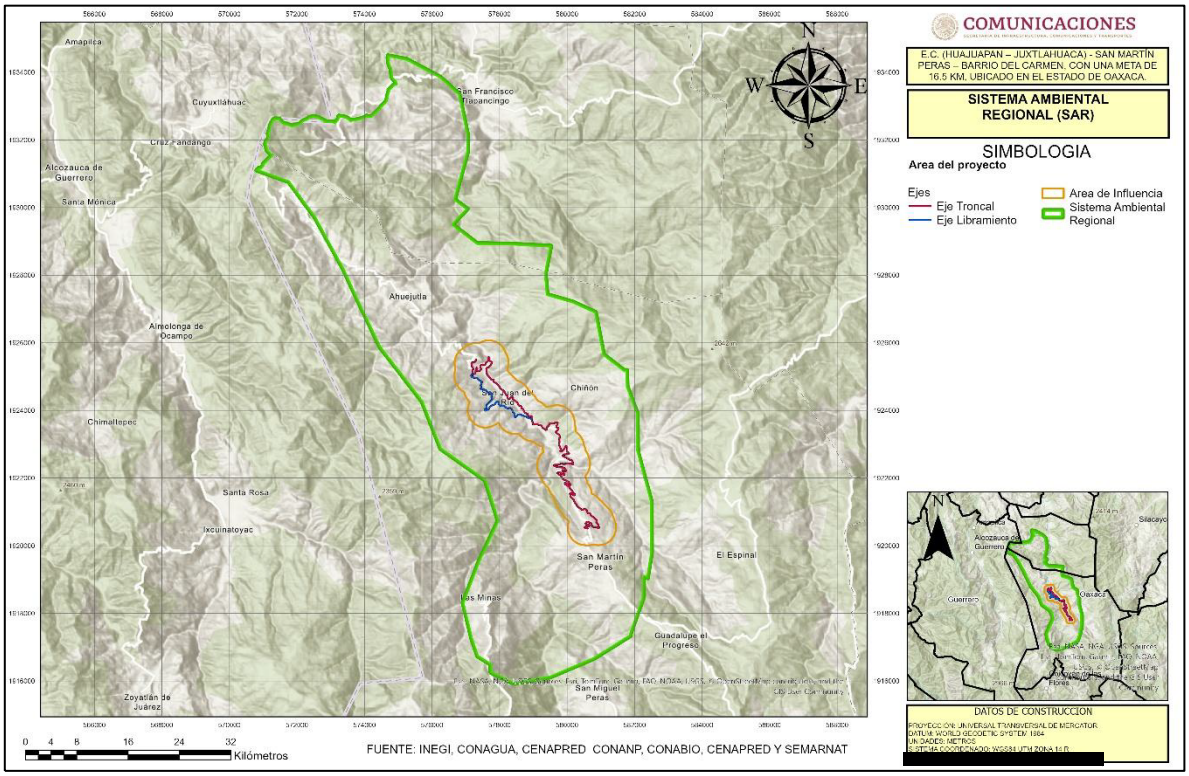
Región ecológica

LA RE resulta de los elementos espaciales y físicos existentes en los alrededores del sitio del Proyecto, tal es el caso de las microcuencas.

Finalmente, la RE se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como RE cuenta con las siguientes características.

Propiedades de la RE delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum	Vértices
9,285.9616 hectáreas	53.0737	UTM Zona 14 N	WGS 84	184



Unidad delimitada como región ecológica (RE).

Vegetación del área del proyecto

En el área del proyecto se registraron 2 tipos de vegetación, (1) vegetación secundaria de encino – pino y (2) vegetación secundaria de encino, por lo cual se describen los tipos de vegetación presente.

La vegetación secundaria de bosque de pino-encino en el área del proyecto (AP) corresponde a una comunidad en etapa sucesional, con una riqueza florística de 21 especies distribuidas en cuatro estratos ecológicos. Se identifican como familias más representativas Bromeliaceae, Fagaceae, Ericaceae y Fabaceae.

El estrato arbóreo presenta una densidad de 1,196.88 ind/ha y se encuentra fuertemente dominado por *Pinus oocarpa* (IVI 95.57), asociado a especies de Quercus (*Q. conspersa, Q. rugosa, Q. magnoliifolia y Q. elliptica*), que aportan la dominancia secundaria del estrato. El estrato arbustivo registra una densidad de 1,237.50 ind/ha, con codominancia de *Bejaria aestuans* (IVI 69.50) y la regeneración de *Pinus oocarpa*. El estrato epífito presenta 1,762.50 ind/ha, dominado por *Tillandsia schiedeana* (IVI 138.85). El estrato herbáceo constituye el de mayor densidad, con 85,000 ind/ha, dominado por la gramínea nativa *Aristida adscensionis* (IVI 137.63). En conjunto, estas características definen al AP como una unidad de vegetación secundaria con fuerte dominancia de especies pioneras.

En el siguiente cuadro se enlistan las especies registradas en el área de estudio. Con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de

noviembre de 2019), se determinó que de las especies que se distribuyen dentro de la unidad de análisis ninguna se encuentra en dicha norma.

Especies registradas en el bosque de pino-encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Ericaceae	*Agarista mexicana*	Hierba de la sarna	-	LC	Nativa
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Nativa
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	Nativa
Ericaceae	*Bejaria aestuans*	Cruz de mayo	-	LC	Nativa
Ericaceae	*Comarostaphylis glaucescens*	Nariz de lobo		LC	Endémica
Fabaceae	*Eriosema crinitum*	Hoja de guayabillo	-	LC	Nativa
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama			Nativa
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus conspersa*	Aguatle	-	VU	Endémica
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Nativa
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino cucharo	-	LC	Nativa
Solanaceae	*Solanum ferrugineum*	Abrojo	-		Nativa
Fabaceae	*Tephrosia pringlei*	Gallito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Magueycito	-		Endémica
Bromeliaceae	*Tillandsia makoyana*	Magueyito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallito	-		Nativa
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	-		Nativa
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Acacia	-	LC	Nativa
Bromeliaceae	*Viridantha atroviridipetala*	Bromelia	-		Endémica

De acuerdo con los resultados del muestreo y el análisis de vegetación realizado para el bosque de encino, el ecosistema evaluado está conformado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, con una riqueza florística de cinco especies pertenecientes a tres familias botánicas. El estrato arbóreo está representado por las especies *Quercus rugosa* y *Quercus magnoliifolia*, siendo *Quercus rugosa* la especie dominante en el estrato arbustivo, con una abundancia de 350 ind/ha, lo que evidencia su importancia estructural dentro de la comunidad vegetal. El estrato herbáceo está integrado por cinco especies, entre las que destacan *Elytraria mexicana* y *Mentzelia aspera* por su mayor representatividad y frecuencia dentro de las unidades de muestreo. Por su parte, el estrato arbustivo presenta una composición reducida, asociada principalmente a la regeneración natural de las especies arbóreas presentes en el sitio.

En términos generales, el bosque de encino del Área del Proyecto presenta una estructura vegetal simple, dominada por especies del género *Quercus* y con una baja riqueza florística, característica de comunidades vegetales con predominio de encinos.

Respecto a la presencia de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los resultados obtenidos indican que ninguna de las especies registradas en los estratos evaluados se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo establecida por dicha norma.

Especies registradas en el bosque de encino del área de proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	UICN/CITES	Distribución
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	Nativa
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas	-	-	Endémica
Poaceae	*Muhlenbergia rigida*	Grama	-	VU	Nativa
Fagaceae	*Quercus magnoliifolia*	Encino amarillo	-	LC	Endémica
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino Cucharo	-	LC	Nativa

Fauna silvestre del área del proyecto

En todo el muestreo de Área del proyecto, Área de Influencia y Region Ecológica se encontraron 51 especies de Aves, 13 especies de Herpetofauna, y 10 especies de Mamíferos (Cuadro 11).

De las especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE, 4, se encuentran en el listado de especies en riesgo la NOM-059-SEMARNAT-2010, Abaniquillo guerrerense de encino (*Anolis microlepidotus*), Huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), Cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) en categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en categoría de Amenazada (A). En los siguientes apartados se describe lo encontrados para cada zona y para cada grupo.

Listado de Especies encontradas en todo el muestreo, en AP, AI y RE.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
Avifauna	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-			2
Avifauna	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	1		2
Avifauna	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-		16	8
Avifauna	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-		1	
Avifauna	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-			2
Avifauna	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-			4
Avifauna	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	2		7
Avifauna	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	4	3	
Avifauna	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	5	3	4
Avifauna	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-		4	
Avifauna	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	11	4	4
Avifauna	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	2		

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
Avifauna	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	-			5
Avifauna	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	-	3	1	
Avifauna	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	2		2
Avifauna	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	22		5
Avifauna	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-		3	3
Avifauna	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-		3	
Avifauna	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	27	13	4
Avifauna	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	23	17	30
Avifauna	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	3		
Avifauna	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	1		
Avifauna	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	1		
Avifauna	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	2		
Avifauna	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	-	7		4
Avifauna	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-	2	2	
Avifauna	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	7	3	
Avifauna	Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	-	4		
Avifauna	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-			1
Avifauna	Passerellidae	*Peucaea humeralis*	Zacatonero Pecho Negro	-	4	2	
Avifauna	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-	1		1
Avifauna	Picidae	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas	-	2		2
Avifauna	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-			4
Avifauna	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-		2	
Avifauna	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-		1	

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
Avifauna	Trochilidae	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco	-	1		
Avifauna	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	1		
Avifauna	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	2		2
Avifauna	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-		2	
Avifauna	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-		6	
Avifauna	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-	1		
Avifauna	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-		3	2
Avifauna	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico	-		2	
Avifauna	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-		1	
Avifauna	Tyrannidae	*Myozetetes similis*	Luisito Común	-	4		
Avifauna	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		5	4	4
Avifauna	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-	2	2	
Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-		5	
Avifauna	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano piriri	-	4		2
Avifauna	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-			4
Avifauna	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-			1
Herpetofauna	Anolidae	*Anolis microlepidotus*	Abaniquillo guerrerense de encino	A		1	
Herpetofauna	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos		5	7	
Herpetofauna	Colubridae	*Conopsis acuta*	Culebra terrestre guardacaminos	-			2
Herpetofauna	Colubridae	*Pituophis lineaticollis*	Cincuate sureño	-	2		3
Herpetofauna	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A			1

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
Herpetofauna	Mabuyidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-		2	
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	-		6	1
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus scitulus*	Lagartija Espinosa esmeralda	-			4
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-			1
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-	1	3	1
Herpetofauna	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de Arbol del pacifico	-	7	2	
Herpetofauna	Ranidae	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo	-	2	1	
Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	1	5	2
Mamiferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	1	1	
Mamiferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-			3
Mamiferos	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-		3	2
Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-		1	
Mamiferos	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de Monte	-	9	5	2
Mamiferos	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr	2	2	
Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-		2	1
Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	4	4	1
Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-		2	
Mamiferos	Sciuridae	*Lynx rufus*	Licen Americano	-			1
				TOTAL	**190**	**150**	**134**

De acuerdo con los cálculos de Índice de diversidad de Shannon, la avifauna presenta en las tres unidades de análisis (AP, AI y RE una diversidad media (normal), la mastofauna y la herpetofauna presentan valores bajos de diversidad es decir por debajo de 2.

Alcances del estudio técnico económico

Con fundamento en el penúltimo párrafo del Artículo 35 y el Artículo 83 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), por la fracción II del Artículo 51 del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) se presenta este documento en consideración que tanto en la RE

se reportó la presencia de especies de fauna con categorías de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que la Promovente, deberá presentar en un plazo de tres (3) meses previos al inicio de las obras y actividades, la propuesta de "*adquisición de un instrumento de garantía que asegure el debido cumplimiento de las condicionantes establecidas en el oficio resolutivo. El tipo, monto y mecanismo de adquisición de dicho instrumento responderá a los resultados de un estudio técnico-económico, atendiendo al costo económico que implica el cumplimiento de las obras y actividades de los términos y condicionantes, así como el valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de los mismos*."

Su función será asegurar el cumplimiento de las condicionantes establecidas en materia de impacto ambiental del proyecto, así como garantía en la reparación de los daños ambientales por aquellos impactos determinados y no determinados, generados de manera voluntaria o por eventos externos no controlables, apegándose de forma estricta a las afectaciones del medio ambiente como lo establece el Artículo 49 del REIA y en beneficio del Artículo 52 de dicho reglamento. Cabe establecer que el Artículo 52 del REIA establece que "[…] *el Promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que corresponda a la etapa del proyecto que se encuentre realizando*" de lo contrario se volvería un instrumento que perdería su finalidad, por lo que se proponen convenios que permitan cumplir con las condicionantes que rebasen la fase constructiva, lo que dará cumplimiento a lo establecido en el párrafo segundo del Art. 53 del REIA.

Objetivo del estudio técnico económico

Mostrar los resultados de un estudio Técnico-Económico que atienda el costo económico por la realización en tiempo y forma de los términos y condicionantes propuestos en la MIA-R, sea un instrumento de garantía que asegure su cumplimiento de las mismas de acuerdo a lo establecido en los Artículos 35, penúltimo párrafo y 83 de la LGEEPA así como el 51 del REIA y en consideración de que tanto el sistema ambiental regional como en la zona del proyecto, no se reportan especies de flora importantes para el ecosistema y de fauna una sola especies se encuentra con categoría de amenazada, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Marco legal de los seguros y fianzas en la evaluación de impacto ambiental

Los estudios técnicos económicos, son de gran utilidad en el trabajo de la gestión ambiental, ya que parte de su función es tratar de prevenir los daños causados y lograr la reparación de éstos últimos. Sin embargo, no se tiene un panorama completo del papel que podrían cumplir ante los tipos de daños ambientales y el costo de compensación y mitigación de los mismos. Para ampliar el uso de este tipo de instrumentos en la política ambiental en México,

es útil contar con estudios para conocer el tipo de deterioros ambientales que se experimentan con mayor frecuencia en los proyectos, así como el costo de las compensaciones y mitigaciones negociadas con las empresas o aseguradoras involucradas, con el fin de disminuir los riesgos de daño al medio ambiente y obtener compensaciones adecuadas en las afectaciones consumadas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 22° hace mención de los instrumentos económicos como herramienta en la protección al ambiente, en concreto su división en instrumentos fiscales, financieros y de mercado. Para la clasificación de los instrumentos financieros, se hace referencia a los seguros y las fianzas, y además se estipulan los criterios que debe utilizar la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT respecto a la emisión de las resoluciones sobre la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, así como las principales consideraciones que debe tomar la Secretaría que son: los posibles efectos de las obras a desarrollarse en el/los ecosistemas que se traten; 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 y, las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

De esta forma, una vez que la SEMARNAT concluye la evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental, ésta autoriza de manera total o parcial el proyecto de manera condicionada, o en su caso, podrá negar la autorización de acuerdo con las disposiciones de la Fracción III del Artículo 35 de la LGEEPA. En este orden de ideas, las autorizaciones sólo podrán referirse a los aspectos ambientales del proyecto.

En el Capítulo VIII del Reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA se hace referencia a los seguros y garantías que la SEMARNAT puede solicitar a los encargados de los proyectos para poder ejecutar sus actividades basándose en el artículo 51 para exigir otorgamiento de seguros y fianzas respecto del cumplimiento de las condicionantes establecidas en las autorizaciones y los Artículos 52 y 53 donde se estipula que la SEMARNAT será la encargada de fijar los montos de las coberturas de los seguros y las fianzas de acuerdo con el valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones (Rodríguez, 2003).

Por último, de acuerdo con las disposiciones del Capítulo IX del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, la SEMARNAT, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones en cuanto al desempeño de los proyectos que recibieron la autorización correspondiente, y de igual forma impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes.

Por lo antes expuesto y con fundamento en lo que disponen La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (REIA) como base normativa de la

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para solicitar un instrumento de garantía para el cumplimiento de evaluación del impacto ambiental se hace mención de lo siguiente:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
Artículo 4.- La Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos establece dentro de la parte dogmática, que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, en propio equilibrio con el entorno en el que se habita, es el caso que el presente proyecto que nos ocupa y tiene como fin ser realizado**.**
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO
SECCIÓN III **INSTRUMENTOS ECONÓMICOS**
Artículo 22.- (Párrafo 3) Son instrumentos financieros los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.
Artículo 22 BIS.- VII. “En general aquellas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente”.
Artículo 35.- (Penúltimo párrafo) La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las sobras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.
Y demás relativos aplicables, de la Ley General del Equilibrio Ecológico (LGEEPA)
REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPÍTULO PRIMERO **DISPOSICIONES GENERALES**
Artículo 4.- Compete a la secretaría: I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento. VI. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento, así como la observancia de las resoluciones previstas en el mismo, e imponer las sanciones y demás medidas de control y de seguridad necesarias, con el arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

CAPÍTULO SÉPTIMO DE LA EMISIÓN DE LA RESOLUCIÓN SOBRE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
Articulo 45.- Una vez concluida la evaluación de la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría deberá emitir, fundada y motivada la resolución correspondiente en la que podrá: II. Autorizar total o parcialmente la realización de la obra o actividad de manera condicionada. En este caso la Secretaría podrá sujetar la realización de la obra o actividad a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación que tengan por objeto evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal, etapa de abandono, término de vida útil del proyecto, o en caso de accidente".
Artículo 48.- En los casos de autorizaciones condicionadas, la Secretaria señalará las condiciones y requerimientos que deban observarse tanto en la etapa previa al inicio de la obra o actividad, como en sus etapas de construcción, operación y abandono.
CAPÍTULO OCTAVO DE LOS SEGUROS Y GARANTÍAS
Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considera que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial**.**
Artículo 52.- La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando. Si el promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el requerimiento.
Artículo 53.- El promovente deberá en su caso, renovar o actualizar anualmente los montos de los seguros o garantías que haya otorgado. La secretaría, dentro de un plazo de diez días ordenará la cancelación de los seguros o garantías cuando el promovente acredite que ha cumplido con todas las condiciones que les dieron origen y haga la solicitud correspondiente.

Artículo 54.- La Secretaría constituirá un fideicomiso para el destino de los recursos que se obtengan por el cobro de seguros o la ejecución de garantías. Asimismo, dichos recursos serán aplicados a la reparación de los daños causados por la realización de las obras o actividades de que se trate.

CAPÍTULO NOVENO DE LA INSPECCIÓN, MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SANCIONES

Artículo 55.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, así como de las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes.
Asimismo, la Secretaría podrá requerir a los responsables que corresponda, la presentación de información y documentación relativa al cumplimiento de las disposiciones anteriormente referidas.

De acuerdo a lo antes mencionado, la fianza es una garantía que busca asegurar el cumplimiento de una obligación, sin embargo es un término, ambiguo, al hacer una referencia entre una garantía personal y una garantía real; en la primera de ellas, manifiesta la existencia de un Acreedor y Deudor, personas directamente entre ligadas en la obligación, una relación contra actual, cualquier que fuere el caso y la existencia de una tercera persona ajena a la deuda, o a la obligación denominada en este caso fiador, persona que se constituya en la obligación de la cumplimentación de ésta en caso de que la persona obligada directamente a ello, como lo es el deudor, no quiera o no pueda cumplir o satisfacerla, y bajo esta misma tesitura en estricto sentido y en términos jurídicos es la exhibición de una cantidad de dinero, cierto, líquido y exigible, derivada de un contrato, como garantía de ciertas obligaciones a cumplir, establecidas y ejecutadas por la legislación de los estados y del Código Civil Federal, legislación de ocupación supletoria a las legislaciones estatales; es menester mencionar que la fianza se otorga únicamente con la preexistencia de una obligación válida, nacida de la Ley o de la voluntad de los consortes y demás partes.

Las fianzas entonces, pretenden complementar (o sustituir) el papel que tiene la PROFEPA a efecto de velar por el cumplimiento de la normatividad y el cumplimiento estricto de las condicionantes en materia de impacto ambiental establecidas en el oficio resolutivo, que implican la realización de todas medidas preventivas, de reducción, remediación y de compensación propuestas en la MIA-R las cuales la DGIRA considera son viables de ser instrumentadas y congruentes con la protección al ambiente del RE en el cual se espera reducir al mínimo los efectos negativos al realizar esta obra.

Determinación del monto de la fianza

Desde hace años el medir cuanto valor perderá la sociedad como resultado de la degradación ambiental ha hecho que la teoría económica haya desarrollado diversas técnicas, sin embargo, existen limitaciones y dimensiones como el valor cultural, que no pueden ser traducidas a términos monetarios.

Mitchel y Carson (1989) y Sánchez y cols. (2003), hicieron una clasificación de los métodos para estimar estos valores, basándose en dos de sus características. De estos, el método de observación indirecta, busca inferir las preferencias de los individuos por ítems del medio ambiente, examinando su comportamiento en los mercados que están ligados al medio ambiente, y de estos encontramos: el método de costo de viaje, método de comportamiento evasivo y gasto defensivo y el método de precios hedónicos. En lo que respecta al método de comportamiento evasivo y gasto defensivo este se basa en las observaciones de los gastos en que incurren los agentes para protegerse de, o compensar, un deterioro ambiental. Las técnicas de este utilizan observaciones del comportamiento de las personas, así como fuentes empíricas para recolectar información, lo cual incluye encuestas y consultas a expertos como en el caso de la MIA-R hecha para de esta carretera. En este método se asume que los individuos conocen el nivel de riesgo ambiental y que reaccionan proporcionalmente a este riesgo.

No obstante, existen fallas en el sistema económico que hacen que los agentes económicos no consideren el costo social de sus acciones y que no reconozcan la contribución económica que hacen los ecosistemas. Para esto, los incentivos que establece la fianza para cumplir con los requisitos ambientales dependen de la precisión del cálculo de lo perdido; esto sería una desventaja ya que existe la posibilidad de subestimar el monto, lo cual implica que el costo de contaminar o dañar de alguna forma el ambiente es menor para el productor que aquello que gana al contaminar.

Para este caso quien gana en realidad es la sociedad al tener una vía de comunicación con mejores condiciones, por lo tanto, la SICT cumple su función de comunicar, pero no gana en términos monetarios con la realización de la obra. Es por esto que una fianza resulta una buena alternativa para llevar a cabo el cumplimiento de las condicionantes emitidas en el oficio resolutivo para el proyecto.

Conforme a la información anterior, la fianza que se determina representa el costo real del cumplimiento de las condicionantes emitidas por la SEMARNAT y en su caso, la reparación del daño por situaciones de contingencia que sean directamente atribuibles al proyecto y que no hayan sido identificadas e incorporadas en alguna condicionante.

Valoración

En este respecto según el centro SICT Oaxaca se tiene un monto total estimado de inversión para proyecto de $206,467,687.58 de pesos M.N (doscientos seis millones cuatrocientos sesenta y siete mil seiscientos ochenta y siete pesos mexicanos). los cuales son de origen federal, distribuyéndose de la siguiente manera:

Inversión del Proyecto

Rubro	Troncal	Ramal	Total
Terracerías	$31,263,398.00	$10,480,640.87	**$41,744,038.87**
Obras De Drenaje mayores y menores	$50,353,017.92	$22,839,701.65	**$73,192,719.57**
Pavimentos	$31,331,326.22	$9,605,171.00	**$40,936,497.22**
Señalamiento	$14,813,649.61	$6,328,431.30	**$21,142,080.91**
Obras Y Dispositivos Diversos	$724,756.25	$249,292.26	**$974,048.51**
Total	$128,486,148.00	$49,503,237.08	**$177,989,385.08**
IVA (16%)	$20,557,783.80	$7,920,517.93	**$28,478,301.73**
Total Con IVA	**$149,043,932.58**	**$57,423,755.01**	**$206,467,687.58**

A continuación, se desglosan los costos de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el desarrollo del proyecto de manera que no afecta la dinámica ecológica de la región ecológica (RE) delimitada para el proyecto.

Costos estimados para las actividades de rescate y reubicación de flora

Etapa	Actividad	Costo ($/ha)	Costos para el área de rescate y reubicación de flora (5.7714 ha + 2.4810 ha)
Pre-rescate	Recorridos de búsqueda	$4,500	$37,136
	Registro de datos y georreferenciación	$3,500	$28,883
	Construcción y habilitación de casa sombra	$8,000	$66,019
Rescate	Extracción de ejemplares	$12,000	$99,029
	Colecta de germoplasma	$4,000	$33,010
	Reproducción y propagación	$10,000	$82,524
	Cicatrización y recuperación	$6,000	$49,514
Reubicación	Trasplante	$10,000	$82,524
	Mantenimiento y seguimiento (6 meses)	$12,000	$99,029
Total		**$70,000**	**$577,668**

En total se considera una inversión de **$507,668.00 MXN** (Quinientos siete mil seiscientos sesenta y ocho pesos 00/100 M.N.) para la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora.

Estimación de costos para el Programa de rescate y reubicación de fauna.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
Herramientas y equipo			
Cámara trampa	25	$6,980.00	$174,500.00
Binoculares	3	$6,840.00	$20,520.00
GPS	3	$2,700.00	$8,100.00
Tarjetas de memoria (16 GB)	26	$180.00	$4,680.00
Cernidor	2	$1,200.00	$2,400.00
Lampara Frontal Minero	3	$350.00	$1,050.00
Cámara fotográfica	3	$7,000.00	$21,000.00
Radio de dos vías	4	$2,905.00	$11,620.00
Gancho herpetológico	6	$1,600.00	$9,600.00
Trampas tipo Tomahawk	10	$1,130.00	$11,300.00
Trampas tipo Sherman	10	$890.00	$8,900.00
		Subtotal	**$273,670.00**
Insumos			
Paquete de 40 pilas alcalinas AA	20	$350.00	$7,000.00
Papelería	2	$2,000.00	$4,000.00
Guantes de Nitrilo	12	$144.00	$1,728.00
Guantes de Carnaza	12	$70.00	$840.00
Guías de identificación de fauna silvestre	6	$3,000.00	$18,000.00
Sacos de tela	20	$50.00	$1,000.00
Cubetas con tapa	6	$80.00	$480.00
Bolsas plásticas	1	$50.00	$50.00
Lonas	24	$500.00	$12,000.00
		Subtotal	**$45,098.00**
Honorarios			
Coordinador ambiental	1	$144,000.00	**$144,000.00**
Brigada	2	$96,000.00	**$192,000.00**
Camioneta y gasolina	1	$564,000.00	**$564,000.00**
		Subtotal	**$900,000.00**
Total			**$1,218,768.00**

Para las actividades de rescate y reubicación de fauna se espera una inversión aproximada de **$1,218,768.00 MXN.**

Costos estimados por las actividades del programa de pasos de fauna silvestre.

Concepto Herramientas y equipo	Cantidad	Costo unitario	Costo
Cuddeback X- Change Color	12	$6,980.00	$83,760.00
Binoculares Vortex Crossfire 12x50	3	$6,840.00	$20,520.00
GPS Garmin Etrex 10	3	$2,700.00	$8,100.00
Tarjetas de memoria SD KINGSTON (16 GB)	24	$180.00	$4,320.00
Cernidor	3	$1,200.00	$3,600.00
Lampara Frontal Minero	3	$350.00	$1,050.00
Cámara fotográfica	3	$7,000.00	$21,000.00
Radio de dos vías t460mc - motorola negro	3	$2,905.00	$8,715.00
Subtotal			$151,065.00
Insumos			
Paquete de 40 pilas alcalinas AA	7	$350.00	$2,450.00
Papelería	1	$2,000.00	$2,000.00
Guantes Ambiderm de Nitrilo No Estéril	2	$144.00	$288.00
Guantes de carnaza	3	$70.00	$210.00
Guías de identificación de fauna silvestre	3	$3,000.00	$9,000.00
Bolsas plásticas	2	$200.00	$400.00
Malla de inducción	30	$15,900.00	$477,000.00
Cemento y agregados	54	$810.00	$43,740.00
Subtotal			$535,088.00
Honorarios			
TÉCNICOS DE CAMPO (honorario mensual)	32	$17,000.00	$544,000.00
Cuadrilla albañilería	25	$1,500.00	$37,500.00
Total			**$1,267,653.00**

Para las actividades del programa se espera una inversión aproximada de **$ 1,267,653 MXN** (Un millón doscientos sesenta y siete mil seiscientos cincuenta y tres pesos 00/100 M.N.).

Estimación de costos de las actividades de reforestación.

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario ($)	Cantidad mínima	Cantidad que utilizar	Costo ($)
Reforestación	Producción de planta	Planta	$4.50	350	5,725	$25,762.50
	Transporte de planta	Planta	$0.55	350	5,725	$3,148.75

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario ($)	Cantidad mínima	Cantidad que utilizar	Costo ($)
	Reforestación	Planta	$7.89	350	5,725	$45,170.25
Mantenimiento 1 er año	Producción de planta para replante	Planta	$4.50	175	2,863	$12,881.25
	Transporte de planta para replante	Planta	$0.55	175	2,863	$1,574.38
	Reforestación	Planta	$7.89	175	2,863	$22,585.13
	Deshierbe	Deshierbe/ha	$8.34	350	12	$100.08
Mantenimiento 2 do año	Producción de planta para replante	Planta	$4.50	88	1431	$6,439.50
	Transporte de planta para replante	Planta	$0.55	88	1431	$787.05
	Reforestación	Planta	$7.89	88	1431	$11,290.59
	Deshierbe	Planta	$8.34	88	1431	$11,934.54
Protección	Cercado	km	$57,945.30	0.068	15	$869,179.50
Asesoría técnica		Hectárea	$2,730.00	15.4204	16.3549	$44,648.88
Total						**$1,055,502.39**

Para las actividades de reforestación se espera una inversión aproximada de **$1,055,502.39 MXN.**

Estimación de costos de las actividades de conservación de suelos.

Actividad	Costo unitario	Costo total
Trazo de curvas de nivel con nivel montado	$50.10	$772.56
Diseño de obra y marcaje con cal	$61.07	$941.72
Transporte de brigada de topografía	$18.85	$290.67
Transporte de jornaleros	$1,142.00	$17,610.10
Construcción de terrazas individuales	$5,665.82	$87,369.21
Deshierbe	$5,004.00	$5,019.42
Transporte de cuadrilla	$2,539.00	$2,554.42
Herramientas	$120.23	$135.65
Monitoreo	$2,730.00	$2,745.42
SubTotal		**$117,439.18**
Requerimientos humanos	Costo unitario por mes	Costo total
Coordinador ambiental	$18,000.00	$216,000.00
Ayudante general	$6,000.00	$72,000.00
Total		**$405,439.18**

Para las actividades de conservación de suelos se espera una inversión aproximada de **$ 405,439.18 MXN.**

Estimación de costos de las actividades de protección de recursos hídricos.

Concepto		Costo
Personal	Supervisor (Biólogo o carrera afín)	$336,000.00
	Ayudantes generales	$180,000.00
Materiales	Recipientes para colocar residuos	$897,000.00
	Lona de plástico	$8,970.00
	Señalamientos	$9,085.00
	Estacas o conos de señalización	$231,168.00
	Bolsas de plástico	$33,051.00
Total aproximado		**$282,274.00**

Para la ejecución de las actividades de conservación de suelos se estima un monto total de **$282,274.00 MXN.**

Estimación de costos de las actividades de vigilancia ambiental

Actividad/Requerimientos	Precio unitario*	Total
Coordinador	$18,000.00	$216,000.00
Supervisor	$15,000.00	$180,000.00
Papelería	$5,000	$60,000
GPS	$4,750.00	$9,500
Cámara fotográfica	$19,000.00	$38,000
Renta Camioneta (con gasolina)	48,000.00	$576,000
Total		**$1,079,500.00**

En total se considera una inversión de **$1,079,500.00 (**un millón setenta y nueve mil pesos) para la ejecución del programa de vigilancia ambiental.

En resumen, el costo de las actividades de prevención, mitigación y compensación para la ejecución del proyecto tendrá un costo aproximado de $ 5,816,804.57 MN; por lo que el costo de las actividades de prevención y mitigación se encuentra dentro del rango presupuestado por el promovente.

Resumen del costo de las acciones de prevención y mitigación para el proyecto.

Medida propuesta	Costo aproximado
Rescate y reubicación de flora	$ 577,668.00
Rescate y reubicación de fauna	$ 1,218,768.00
Construcción de pasos de fauna	$ 1,267,653.00
Reforestación	$ 1,055,502.39
Conservación de suelos	$ 405,439.18
Protección de los recursos hídricos	$ 282,274.00
Vigilancia ambiental	$1,079,500.00
Total del costo de la medidas propuestas	**$5,886,804.57**

*Este monto de reserva se considera, ya que los precios de los materiales, equipo, insumos y plántulas pueden variar dependiendo de la temporada.

Conclusiones

Con la elaboración de este documento se espera que el seguro ambiental prevea una eventual insolvencia del agente para el pago de los daños causados garantizando a los perjudicados una mínima recepción de indemnización por el daño sufrido; en razón de esto resulta indispensable la obligatoriedad de adquirir un seguro de Responsabilidad Civil Ambiental para aquellas actividades que se consideren potencialmente peligrosas. Las fianzas ambientales constituyen un instrumento de garantía y su monto propuesto, representa para la SICT un reto en el complimiento estricto de las condicionantes de la carretera, es por esto que la importancia central de los seguros y fianzas como instrumentos económicos para lograr cambios en la conducta de agentes económicos en materia ambiental, tiene amplias expectativas a futuro. El exigir que se cuente con una garantía que funcione como una herramienta para lograr una compensación o reparación por los daños ambientales causados, no sólo tendrá efecto sobre las personas o el evento que ocurrió o causó dicho daño, sino, además en todos los eventos posibles que ocurran en el futuro, como dice García y Martínez (2003).

Los principales obstáculos que enfrentan los seguros ambientales es determinar quién es el responsable del daño y en qué medida, establecer el inicio de la actividad dañosa para no cubrir daños previos o posteriores a la vigencia de la póliza, legislación ambiental cambiante, dimensionar el daño y el costo de reparación, los daños transfronterizos, así como el cálculo de estos elementos con la frecuencia y posibilidad de siniestralidad. Sin embargo, es un segmento que está en pleno desarrollo, el cual definitivamente debe ser incentivado por el Estado con políticas públicas, estímulos fiscales, un marco jurídico eficaz, y tribunales judiciales especializados.

El problema de imputar las responsabilidades, así como la limitación para determinar el monto únicamente por los daños que tengan relación causal directa con una actividad determinada o la dificultad para calcular la tasa de siniestralidad en estos casos, son algunos de los obstáculos que deben superarse.

En el caso de la fianza esta garantiza un monto mínimo de recursos destinados a la reparación de un daño, siempre y cuando el daño haya ocurrido o una obligación ambiental no se haya cumplido. La fianza entonces tiene una desventaja si se compara con el seguro: no establece un sistema de monitoreo que fortalezca los incentivos a no contaminar. Esto agrava ante la dificultad de calcular el monto adecuado de la fianza, por lo que se tiende a subestimar los montos de las mismas, lo cual implica que el costo de producir un daño ambiental será menor que el beneficio, esto resalta la importancia del sistema de monitoreo que va implícito en todo contrato de aseguramiento (García y Martínez, 2003).

La fianza representa para la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) un instrumento de garantía para la realización del proyecto, en el cual el monto

propuesto en el Estudio Técnico Económico hará que se ejecuten de manera estricta en forma y tiempo, toda las Acciones y Programas solicitados como Condicionantes en el oficio resolutivo correspondiente a de este proyecto. Al mismo tiempo, se debe tener presente que la SICT es la que proyecta, diseña y construye la carretera, sin embargo, debe obtener apoyo de instituciones dedicadas de forma específica para las medidas de mitigación solicitadas.

El término de las fianzas será en el momento de término de construcción de la obra y de la ejecución de los requerimientos que conlleva. Al detallar los beneficios operativos y técnicos la SICT acredita su compromiso de comunicación con la sociedad e integran tanto a los sistemas socio económicos con los ecológicos de tal forma que parte de estos no se conviertan en obstáculos al libre desarrollo de la vida silvestre, principalmente en las zonas de protección y conservación, así mismo al realizar las fianzas se muestra también que los esquemas de asociación público-privada para desarrollar infraestructuras carreteras y mejorar la calidad en cuanto a cuestiones ecológicas son exitosos.