



# 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.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DEL CAMINO CUACUILA-XALTEPEC DEL KM. 0+000 AL KM. 3+113.216 Y DEL CAMINO TIPO "D" MEJORADO DE LA DESVIACIÓN DE ALSESECA A CUAHUEYATLA VÍA DESVIACIÓN AYOHUICUATLA, DEL KM. 0+000 AL KM. 13+338.243 EN EL MUNICIPIO DE HUAUCHINANGO, PUEBLA.



# Capítulo I

## Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

### Contenido

I.	Datos generales del proyecto.....	2
I.1	Nombre del proyecto.....	2
I.2	Ubicación del proyecto.....	2
I.3	Duración del proyecto .....	3
II.	Datos generales del promovente .....	3
II.1	Nombre o razón social .....	3
II.2	Registro Federal de Contribuyentes del promovente .....	3
II.3	Nombre y cargo del representante legal.....	3
II.4	Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones .....	3
III.	Datos del responsable técnico del estudio.....	4
III.1	Nombre o razón social .....	4
III.2	Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio de impacto.....	4
III.3	Dirección del responsable del estudio de impacto.....	4
III.4	Colaboradores en la elaboración del estudio de impacto .....	4

# I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

## I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional para la modernización del camino Cuacuila-Xaltepec del Km. 0+000 al Km. 3+113.216 y del camino tipo "D" mejorado de la desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla, del Km. 0+000 al Km. 13+338.243 en el municipio de Huauchinango, Puebla.

## I.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se refiere a la modernización de dos caminos rurales que se encuentran revestidos, ambos ubican en el municipio de Huauchinango el cual se ubica al Norte del estado de Puebla, estos permitirán coadyuvar a mejorar el acceso hacia la cabecera municipal, la cual cuenta con distintos servicios de salud, educativos, administrativos, así como para el intercambio de productos y mercancías.

Como se puede observar en la Imagen 1, se observa que el camino Cuacuila-Xaltepec se ubica al Este de la cabecera municipal y el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla al Norte, la topografía por donde transcurren ambos caminos se clasifica de tipo montañoso.

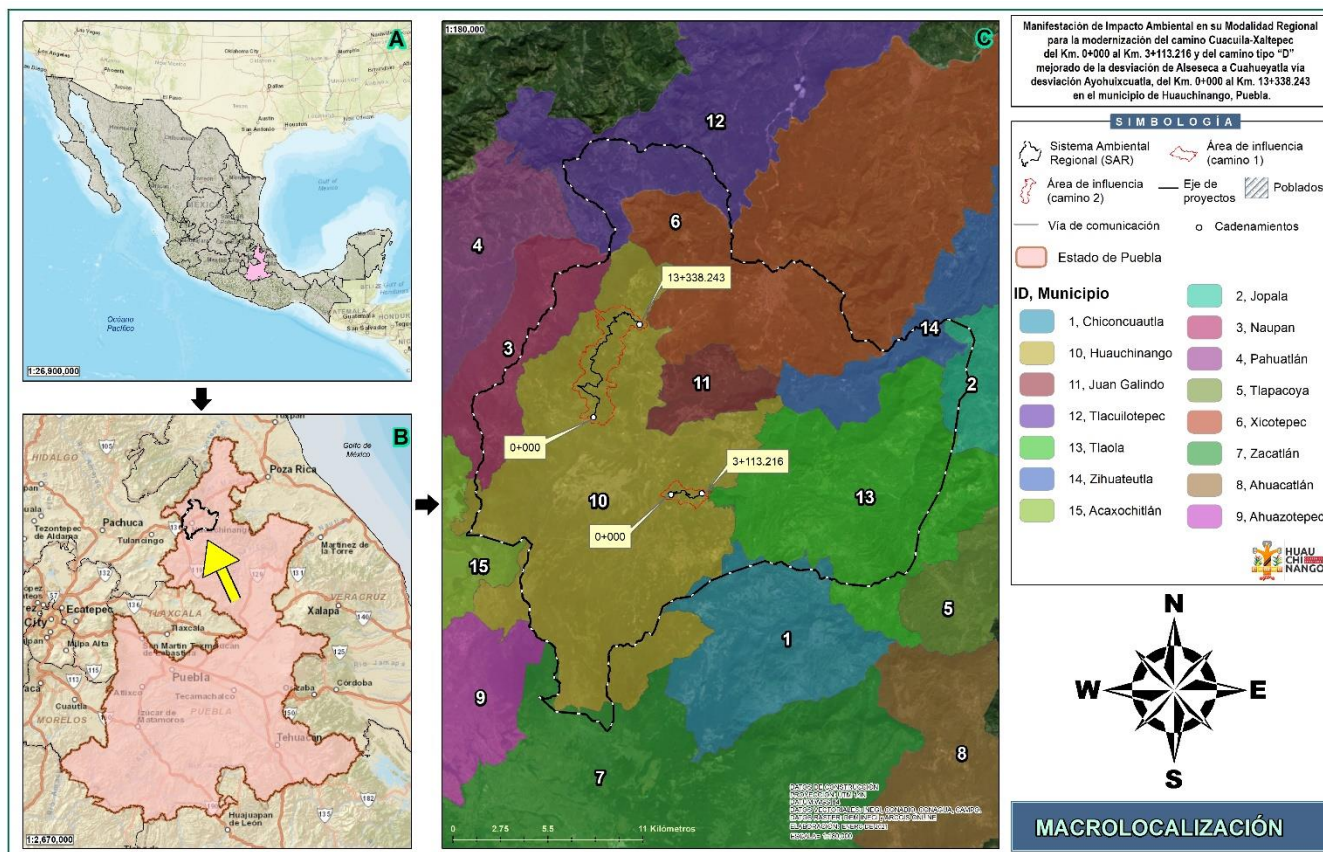


Imagen 1. Mapa de ubicación de los caminos con respecto al municipio de Huauchinango y colindantes.

### **I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se ejecutará en un tiempo de 40 meses, los cuales serán necesarios para la ejecución de las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, una vez finalizadas estas se inicia con la etapa de operación y mantenimiento durante la vida útil de ambos caminos siendo de 15 años.

La modernización de los caminos se realizará independiente, con un periodo aproximado de doce meses para cada uno, previamente al inicio de las obras para cada uno se contempla un año para la realización de los permisos necesarios para su ejecución.

## **II. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE**

---

### **II.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Municipio de Huachuquillas

### **II.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE**

[REDACTED]

### **II.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL**

C.P.H. Gustavo Adolfo Vargas Cabrera

Presidente Municipal Constitucional

### **II.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

### III. DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

---

#### III.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[REDACTED]

#### III.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO

[REDACTED]

#### III.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

#### III.4 COLABORADORES EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

# Capítulo II

## Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

### CONTENIDO

I.	Información general del proyecto.....	3
I.1	Naturaleza del Proyecto.....	3
I.2	Justificación.....	3
I.3	Objetivos.....	3
I.4	Ubicación física y dimensiones del proyecto .....	3
I.4.1	Dimensiones del proyecto (superficies).....	5
I.5	Inversión requerida.....	15
II.	Características particulares del proyecto.....	16
II.1	Programa de trabajo.....	16
II.2	Representación gráfica regional .....	16
II.3	Características actuales del área del proyecto .....	18
II.4	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	21
III.	Etapas del proyecto.....	22
III.1	Preparación del sitio.....	22
III.1.1	Obras provisionales.....	22
III.1.2	Desmante .....	25
III.1.3	Despalme.....	25
III.2	Etapa de construcción .....	25
III.2.1	Procedimiento constructivo para terracerías.....	25
III.2.2	Procedimiento constructivo para pavimento.....	27
III.2.3	Drenaje.....	28
III.2.4	Señalamiento.....	36
III.2.5	Bancos .....	41
III.2.6	Obras inducidas.....	44
III.3	Etapa de abandono del sitio.....	45



III.4	Operación y mantenimiento.....	45
III.4.1	Operación.....	45
III.4.2	Mantenimiento.....	46
IV.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	48
V.	Bibliografía.....	51



# I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se refiere a la modernización de dos caminos rurales ubicados en el municipio de Huauclilla, se encuentran revestidos, presentando baches, ondulaciones y deformaciones importantes, lo cual origina que los tiempos de traslado de un lugar a otro sean prolongados y la velocidad máxima sea de menos de 20 km/h, así mismo se tienen riesgos de accidentes presentándose en mayor número en la temporada de lluvias. Se ubican en terreno montañoso por lo que su pendiente y curvatura no son las idóneas. Por lo que se realizará su modernización con pavimento flexible con las características de caminos tipo D de acuerdo con las especificaciones establecidas por la SCT.

## I.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto hace referencia a la modernización de dos caminos para coadyuvar a cumplir con los objetivos del Programa de Caminos Rurales y Alimentadores y del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, con la finalidad de dar continuidad a la mejora de la red carretera de la región, brindando caminos eficientes y seguros con materiales de calidad de acuerdo con las especificaciones establecidas por la SCT.

## I.2 JUSTIFICACIÓN

Los caminos permitirán mejorar la comunicación a las localidades rurales y brindar mayor capacidad vehicular para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios mediante la modernización de los caminos Cuacuila-Xaltepec de 3.11 km y desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla de 13.33 km, como vías que permitan una mayor conectividad y competitividad en la región, con respecto al traslado de personas, bienes y mercancías, para lo cual se pretende ofrecer vías de comunicación óptimas para los usuarios. Así mismo, por su ubicación permitirán acceder a la cabecera municipal de Huauclilla.

Ambos caminos se encuentran revestidos con distintos materiales para aminorar los accidentes, sin embargo, las pendientes y curvaturas, así como la superficie de rodadura no son las adecuadas, razón por la cual se requiere de realizar su modernización con concreto asfáltico.

## I.3 OBJETIVOS

Los objetivos planteados para ambos caminos son los siguientes:

- Continuar con la modernización de los caminos rurales a tipo D.
- Coadyuvar para mejorar la infraestructura carretera de la región.
- Mejorar las condiciones de los caminos que aportarán para contar con una red carretera moderna y eficiente para acercar servicios a la población.
- Mejorar las vías de acceso a los municipios y localidades con mayor rezago.
- Brindar seguridad a los usuarios.

## I.4 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto como se ha mencionado anteriormente se ubica en el municipio de Huauclilla en el estado de Puebla, dentro de la Región 2 Huauclilla, los caminos son parte de proyectos integrales que a su vez se unen a otros caminos que permiten acceder a la cabecera municipal.

El camino Cuacuila-Xaltepec es la continuación de la pavimentación de este se ubica al Este de la cabecera municipal, inicia en el km 0+000 al finalizar la carpeta asfáltica existente, transcurre hacia el Este sobre un terreno montañoso y

finaliza en el km 3+113.216 el Norte de la localidad de Xaltepec, una vez modernizado este camino se completará la modernización integral del camino, a este entronca una ruta adyacente para acceder a la localidad de Xaltepec, indirectamente beneficia a las localidades de Xilocuatla, Santiago (Buena Vista), Tlalmaya y Papatlazolco.

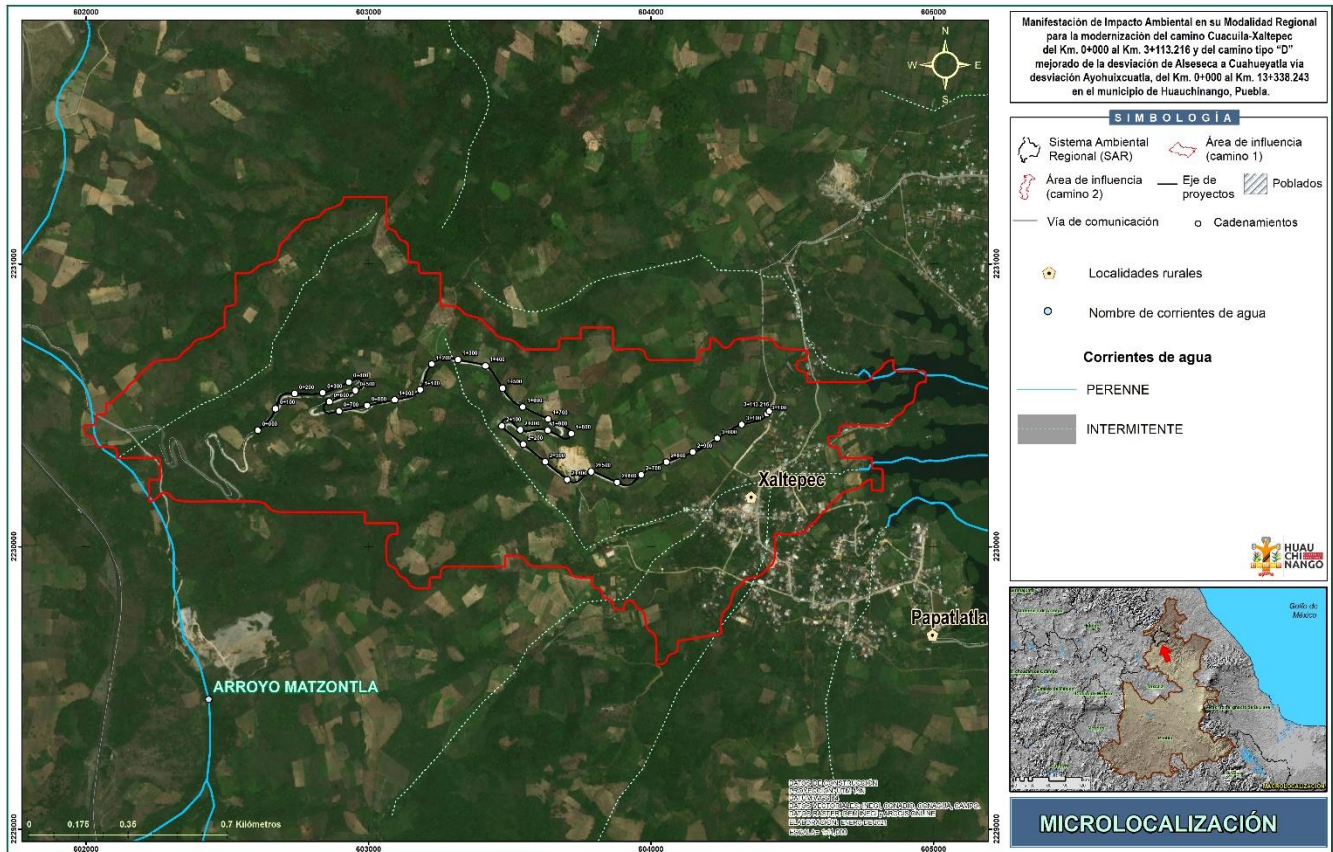


Imagen 1. Mapa de microlocalización del camino Cuacuilá-Xaltepec del km 0+000 al km 3+113.216.

El camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla se ubica al norte de la cabecera municipal, su inicio es la continuación de la pavimentación del camino actual en el km 0+000 transcurre al Norte pasando por localidades que serán directamente beneficiadas e indirectamente a aquellas que se unen a este por medio de caminos rurales, la topografía del sitio es montañosa, finaliza en el km 13+338.243. Permitirá mejorar las condiciones del camino existente desde las afueras de la localidad de Nopala hasta las afueras de la localidad de Cuahueyatla. Beneficia directamente a las localidades de Matlaluca y Tenohuatlán e indirectamente por medio de caminos rurales que se conectan a Alseseca y Cuahueyatla.

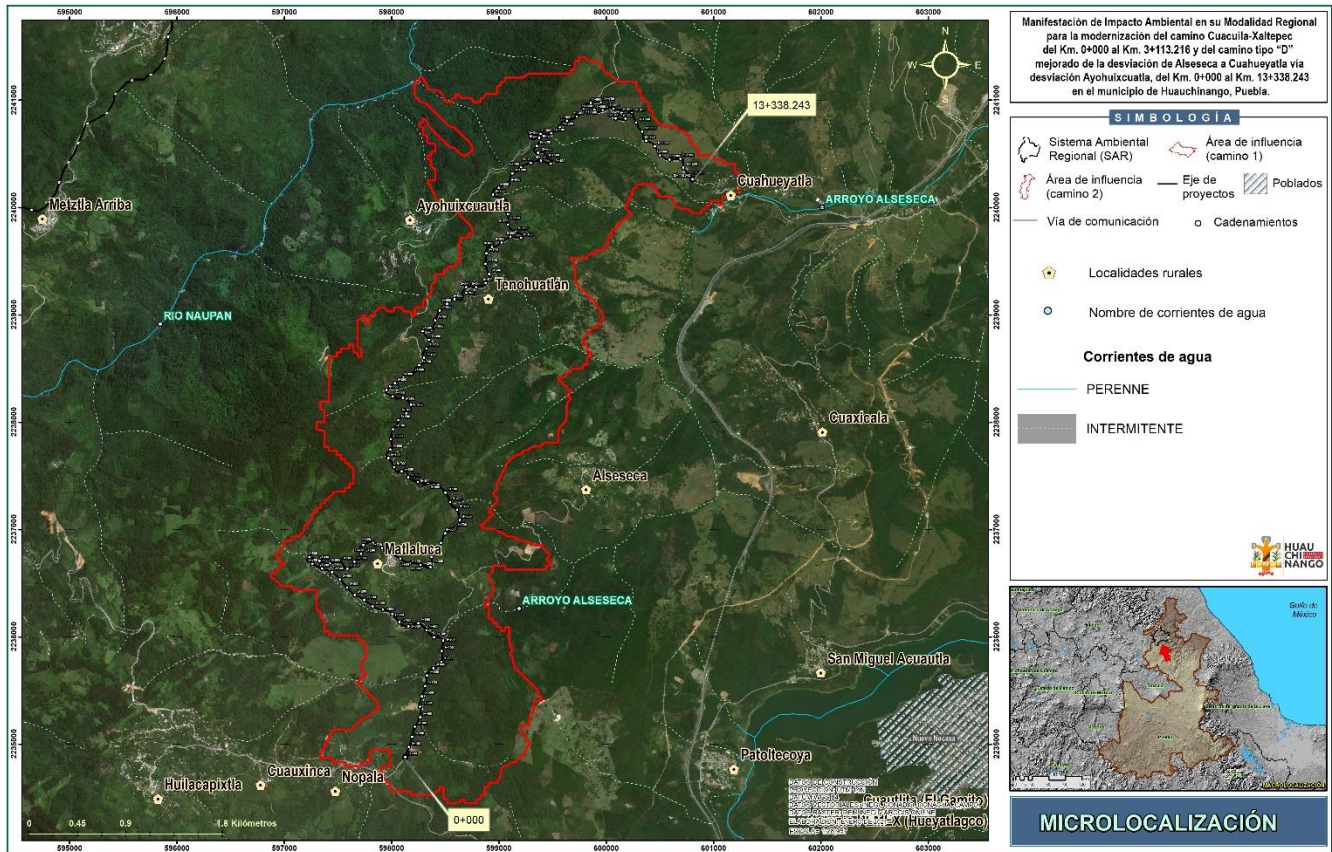


Imagen 2. Mapa de microlocalización del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

#### 1.4.1 Dimensiones del proyecto (superficies)

##### Camino Cuacuilá-Xaltepec

El camino rural se encuentra a nivel de revestimiento se aprecia carente de material y desprendimiento del mismo en la superficie de rodamiento presentando ondulaciones y deformación en la sección transversal, y al no contar con el diseño óptimo para drenar el exceso de agua que en temporada de lluvias se acumula dando lugar a serios problemas en afectaciones a los vehículos, ya que con el paso del tiempo y el desgaste del material se forma un exceso de agua haciendo imperceptibles para el conductor, los baches originados por tal situación. Dado las características de operación actual del camino a nivel de revestimiento presenta un IRI de 12 lo cual significa que la circulación es limitada, debido a que este camino carece totalmente de señalamiento horizontal y vertical, fallas en la alineación de la sección transversal, desprendimiento del material de la superficie de rodamiento provocando roderas, invasión de vegetación ruderal y arvense.

El camino existente tiene una longitud total 3 079 m cuenta con un ancho variable de entre 6 y 7 m permitiendo el paso de dos vehículos de acuerdo con su tipo y en las partes reducidas solo se permite el paso de un solo vehículo, ocupa una superficie total de 1.651858589 ha por las alineaciones del trazo se aprovechará una superficie de 1.3455005 ha, no se requerirán 0.306358089 ha las cuales pueden ser utilizadas para otras actividades durante la obra, así mismo el cadenamiento del camino y longitud cambiarán sin afectar el inicio y final del trazo.

Tabla 1. Características del camino actual y de la propuesta del proyecto.

Característica	Camino actual	Proyecto Camino Cuacuila-Xaltepec
Longitud	3 079 m	3 113.216 m
Cadenamiento inicial	0+000	0+000
Cadenamiento final	3+079	3+113.216
Derecho de vía	40 m	40 m
Tipo	Camino rural	D
Número de carriles	1-2	2
Número de obras de drenaje	3	3
Ancho de corona	6-7 m	7 m
Ancho de calzada	6-7 m	7 m
Superficie de ancho de corona	1.651858589 ha	2.177734741 ha
Superficie de línea de ceros	Variable	12.5141706 ha
Superficie de derecho de vía	12.3160 ha	12.33516321 ha
Superficie excedente del derecho de vía	---	0.17900793 ha
Superficie total requerida	---	12.5141706 ha
Superficie por afectar de vegetación forestal en sus diferentes estratos de bosque mesófilo de montaña	---	1.6527248 ha

De acuerdo con el plano general del camino (anexo en digital al disco) cumplirá con las características mostradas en las Imagen 3, Imagen 4 e Imagen 5.

DATOS DE PROYECTO			
CARRETERA TIPO	"D"	PENDIENTE GOBERNADORA	8.0 %
VELOCIDAD DE PROYECTO	30 KM/HR	ANCHO DE CALZADA	7.00
CURVATURA MÁXIMA	60 °	PENDIENTE MÁXIMA	12.0%
ANCHO DE CORONA	7.00 m	ESPESOR DE PAV.	0.25 m

Imagen 3. Datos del proyecto en plano general.

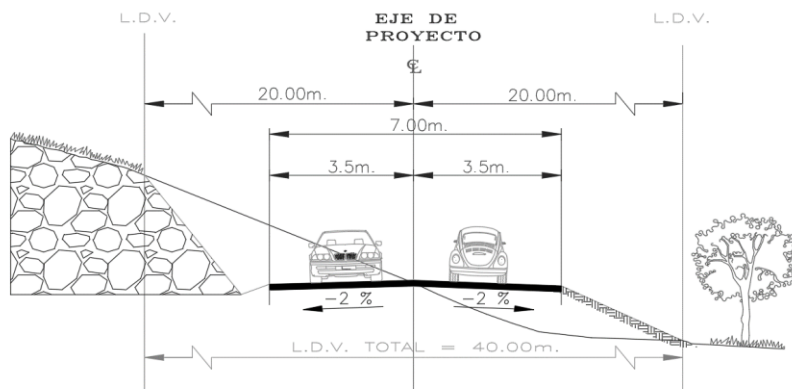


Imagen 4. Sección tipo.

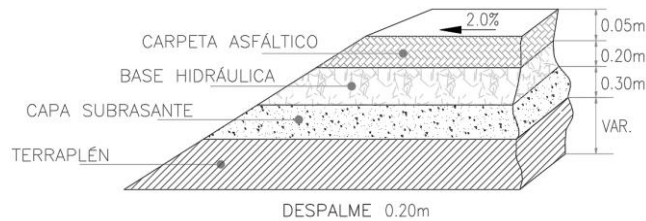


Imagen 5. Detalle estructural.

Para alinear el trazo se requerirá de ampliar o realizar cambios de ruta de acuerdo con la línea de ceros esta se llevará a cabo de acuerdo con el plano de afectaciones (anexo en forma digital en disco) con respecto al eje del camino existente a cada lado se requerirá de afectaciones a terrenos de acuerdo con las Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Afectaciones hasta la línea de ceros del lado derecho.

NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
A-1	0+000.00	0+363.53	DERECHO	2166.220	TIERRAS COMUNALES
A-2	0+422.61	0+433.66	DERECHO	4.336	TIERRAS COMUNALES
A-3	0+562.38	0+574.83	DERECHO	20.567	TIERRAS COMUNALES
A-4	0+643.53	0+777.80	DERECHO	1440.307	TIERRAS COMUNALES
A-5	0+794.16	1+605.17	DERECHO	8149.270	TIERRAS COMUNALES
A-6	1+745.290	2+082.65	DERECHO	4569.584	TIERRAS COMUNALES
A-7	2+108.71	2+331.44	DERECHO	858.290	TIERRAS COMUNALES
A-8	2+368.39	2+426.16	DERECHO	113.209	TIERRAS COMUNALES
A-9	2+654.01	2+694.36	DERECHO	155.547	TIERRAS COMUNALES
A-10	3+073.56	3+113.22	DERECHO	31.224	TIERRAS COMUNALES
			TOTAL	17508.554	

Tabla 3. Afectaciones hasta la línea de ceros del lado izquierdo.

NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
A-11	2+180.39	3+113.22	IZQUIERDO	6780.226	TIERRAS COMUNALES
A-12	2+020.17	2+157.48	IZQUIERDO	1434.931	TIERRAS COMUNALES
A-13	1+821.97	1+930.83	IZQUIERDO	300.892	TIERRAS COMUNALES
A-14	1+557.47	1+789.40	IZQUIERDO	2493.865	TIERRAS COMUNALES
A-15	1+491.01	1+533.94	IZQUIERDO	45.398	TIERRAS COMUNALES
A-16	0+725.91	1+462.79	IZQUIERDO	11307.123	TIERRAS COMUNALES
A-17	0+155.42	0+658.24	IZQUIERDO	4119.409	TIERRAS COMUNALES
A-18	0+000.00	0+151.11	IZQUIERDO	320.802	TIERRAS COMUNALES
			TOTAL	26802.646	

De acuerdo con el plano de afectaciones hasta la línea de ceros, la superficie del camino existente y con los tipos de vegetación que se identificaron en campo se tienen las siguientes superficies:

Tabla 4. Usos de suelo para alineación del trazo.

Uso de suelo	Superficie en m <sup>2</sup>
Agricultura	24612.436
Veg/Sec/BM	14055.546
Veg/SEec/BM	20.578
Bosque Mesófilo	2451.124

Uso de suelo	Superficie en m <sup>2</sup>
Plantación forestal	2091.408
Camino actual por ocupar	13455.005

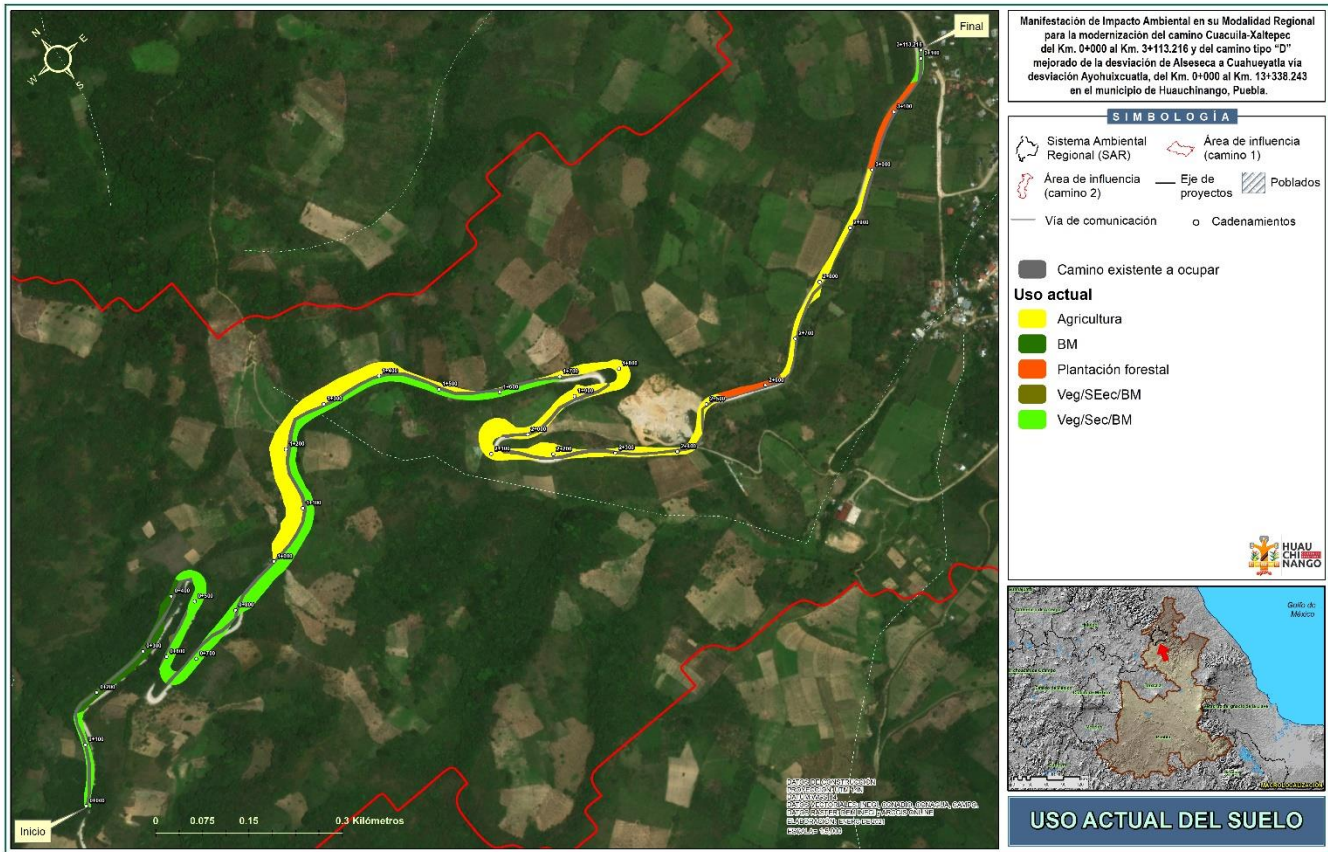


Imagen 6. Mapa de uso actual del suelo hasta la línea de ceros del camino Cuacuitla-Xaltepec del km 0+000 al km 3+113.216.

### Camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla

El camino actualmente tiene una longitud total de 13 780 m con un ancho variable de 4.5 a 7 m; en tramos principalmente en las curvas cerradas y pronunciadas cuenta con concreto hidráulico en un ancho de 7 m con bordillos establecidos, en el resto del trazo la superficie de rodamiento está carente de material formando grandes baches y deformaciones en la superficie de rodamiento, ocasionadas por el suelo revestido en el que se encuentra y el tipo de climas semicálidos - subhúmedo que presenta el municipio de Huauchinango. Debido a que el camino se encuentra sobre terreno montañoso y que su superficie revestida, existen afectaciones en el alineamiento horizontal y vertical, pues la base sobre la que se encuentra no es el óptimo para soportar el peso de los vehículos que por ahí transitaran, de igual manera las vibraciones que provoca en los autos, pueden desgastar amortiguadores y carrocerías de los mismos, también cabe destacar que en temporada de lluvias o de mucha humedad, este tipo de superficie cuenta con un bajo coeficiente de roce en el frenado. Asimismo, las condiciones de este camino se encuentran afectadas debido a la presencia del material propio de la región, pues al cruzar por zonas de cultivo se puede llegar a observar vegetación en la superficie de rodadura. Conforme a lo anterior y como parte de las consecuencias del mal estado del camino, los usuarios circularan a bajas velocidades realizando su recorrido en un mayor tiempo, traduciéndose en elevados costos de viaje y en el aumento de la ocurrencia de accidentes.

Aunado a lo anterior, en algunos tramos solo permite el paso de un solo vehículo, este ocupa una superficie total de 6.132265981 ha por las alineaciones del trazo se aprovechará una superficie de 4.965219693 ha, no se requerirán 1.167046288 ha las cuales pueden ser utilizadas para otras actividades durante la obra, por lo anterior el cadenamiento y longitud del camino se reducirán sin afectar los puntos inicial y final del trazo, esto se especifica en la Tabla 5.

Tabla 5. Características del camino actual y de la propuesta del proyecto.

Característica	Camino actual	Proyecto Camino desviación de Alse seca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla
Longitud	13 780 m	13 338.243 m
Cadenamiento inicial	0+000	0+000
Cadenamiento final	13+780	13+338.243
Derecho de vía	40 m	40 m
Tipo	Camino rural	D
Número de carriles	1-2	2
Número de obras de drenaje	24	29
Ancho de corona	4.5-7 m	7 m
Ancho de calzada	4.5-7 m	7 m
Superficie de ancho de corona	6.132265981 ha	9.329750801 ha
Superficie de línea de ceros	Variable	20.65843872 ha
Superficie de derecho de vía	55.12 ha	53.27963276 ha
Superficie excedente del derecho de vía	---	0.78305008 ha
Superficie total requerida	---	54.06258905 ha
Superficie por afectar de vegetación forestal en sus diferentes estratos de bosque mesófilo de montaña	---	4.47877443 ha

De acuerdo con el plano general del camino (anexo en digital al disco) cumplirá con las características mostradas en las Imagen 7, Imagen 8 e Imagen 9.

DATOS DE PROYECTO			
CARRETERA TIPO	"D"	PENDIENTE GOBERNADORA	8.0 %
VELOCIDAD DE PROYECTO	30 KM/HR	ANCHO DE CALZADA	7.00
CURVATURA MÁXIMA	60°	PENDIENTE MÁXIMA	12.0%
ANCHO DE CORONA	7.00 m	ESPESOR DE PAV.	0.25 m

Imagen 7. Datos del proyecto en plano general.

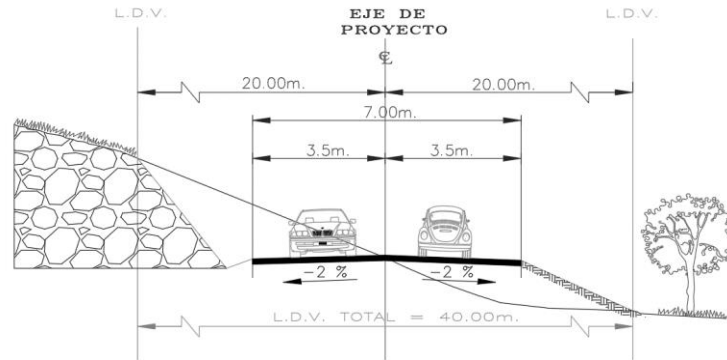


Imagen 8. Sección tipo.

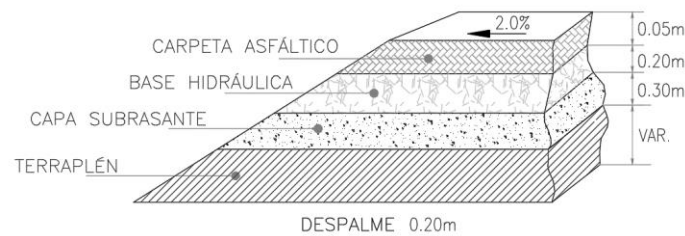


Imagen 9. Detalle estructural.

Para alinear el trazo se requerirá de ampliar o realizar cambios de ruta de acuerdo con la línea de ceros esta se llevará a cabo de acuerdo con el plano de afectaciones (anexo en forma digital en disco) con respecto al eje del camino existente a cada lado se requerirá de afectaciones a terrenos de acuerdo con las Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6. Afectaciones hasta la línea de ceros del lado derecho

NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
A-1	0+160.00	0+16000	DERECHO	572.540	TIERRAS COMUNALES
A-2	0+170.00	0+890.00	DERECHO	2052.380	TIERRAS COMUNALES
A-3	0+960.00	1+0703.00	DERECHO	577.900	TIERRAS COMUNALES
A-4	1+120.00	1+1760.00	DERECHO	95.000	TIERRAS COMUNALES
A-5	1+260.00	1+8040.00	DERECHO	2580.400	TIERRAS COMUNALES
A-6	1+840.00	1+905.00	DERECHO	363.200	TIERRAS COMUNALES
A-7	1+925.00	1+980.00	DERECHO	505.400	TIERRAS COMUNALES
A-8	2+000.00	2+280.00	DERECHO	1362.020	TIERRAS COMUNALES
A-9	2+280.00	2+500.00	DERECHO	1461.300	TIERRAS COMUNALES
A-10	2+500.00	2+600.00	DERECHO	461.300	TIERRAS COMUNALES
A-11	2+900.00	2+940.00	DERECHO	216.300	TIERRAS COMUNALES
A-12	3+100.00	3+140.00	DERECHO	162.480	TIERRAS COMUNALES
A-13	3+240.00	3+500.00	DERECHO	761.300	TIERRAS COMUNALES
A-14	3+520.00	3+600.00	DERECHO	199.620	TIERRAS COMUNALES
A-15	3+620.00	3+670.00	DERECHO	186.270	TIERRAS COMUNALES
A-16	3+780.00	4+080.00	DERECHO	1138.720	TIERRAS COMUNALES
A-17	4+140.00	4+180.00	DERECHO	227.000	TIERRAS COMUNALES
A-18	4+360.00	4+390.00	DERECHO	55.300	TIERRAS COMUNALES
A-19	4+650.00	4+720.00	DERECHO	355.330	TIERRAS COMUNALES
A-20	4+750.00	4+200.00	DERECHO	141.200	TIERRAS COMUNALES
A-21	4+835.00	4+890.00	DERECHO	392.020	TIERRAS COMUNALES
A-22	4+949.80	5+420.00	DERECHO	1503.500	TIERRAS COMUNALES



NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
A-23	5+460.00	5+600.00	DERECHO	444.020	TIERRAS COMUNALES
A-24	5+660.00	5+700.00	DERECHO	116.490	TIERRAS COMUNALES
A-25	5+720.00	5+800.00	DERECHO	491.780	TIERRAS COMUNALES
A-26	5+820.00	5+960.00	DERECHO	290.880	TIERRAS COMUNALES
A-27	6+160.00	6+590.00	DERECHO	1013.500	TIERRAS COMUNALES
A-28	6+900.00	6+970.00	DERECHO	181.000	TIERRAS COMUNALES
A-29	6+980.00	7+030.00	DERECHO	77.980	TIERRAS COMUNALES
A-30	7+150.00	7+360.00	DERECHO	679.560	TIERRAS COMUNALES
A-31	7+400.00	7+750.00	DERECHO	548.230	TIERRAS COMUNALES
A-32	7+500.00	7+530.00	DERECHO	88.210	TIERRAS COMUNALES
A-33	7+660.00	7+694.00	DERECHO	114.587	TIERRAS COMUNALES
A-34	7+780.00	7+860.00	DERECHO	197.540	TIERRAS COMUNALES
A-35	7+865.00	7+960.00	DERECHO	381.640	TIERRAS COMUNALES
A-36	8+020.00	8+080.00	DERECHO	211.630	TIERRAS COMUNALES
A-37	8+120.00	8+200.00	DERECHO	258.130	TIERRAS COMUNALES
A-38	8+260.00	8+330.00	DERECHO	126.020	TIERRAS COMUNALES
A-39	8+360.00	8+420.00	DERECHO	328.020	TIERRAS COMUNALES
A-40	8+460.00	8+500.00	DERECHO	304.520	TIERRAS COMUNALES
A-41	8+540.00	8+610.00	DERECHO	178.050	TIERRAS COMUNALES
A-42	8+640.00	8+690.00	DERECHO	118.570	TIERRAS COMUNALES
A-43	8+720.00	8+810.00	DERECHO	506.620	TIERRAS COMUNALES
A-44	8+815.00	8+920.00	DERECHO	299.170	TIERRAS COMUNALES
A-45	8+960.00	9+040.00	DERECHO	288.400	TIERRAS COMUNALES
A-46	9+050.00	9+120.00	DERECHO	351.990	TIERRAS COMUNALES
A-47	9+125.00	9+410.00	DERECHO	3573.730	TIERRAS COMUNALES
A-48	9+440.00	9+710.00	DERECHO	922.816	TIERRAS COMUNALES
A-49	9+790.00	9+865.00	DERECHO	619.640	TIERRAS COMUNALES
A-50	9+900.00	10+040.00	DERECHO	720.710	TIERRAS COMUNALES
A-51	10+060.00	10+410.00	DERECHO	1588.890	TIERRAS COMUNALES
A-52	10+420.00	10+820.00	DERECHO	2482.730	TIERRAS COMUNALES
A-53	10+925.00	11+180.00	DERECHO	1318.350	TIERRAS COMUNALES
A-54	11+240.00	11+810.00	DERECHO	6336.710	TIERRAS COMUNALES
A-55	11+830.00	11+890.00	DERECHO	172.580	TIERRAS COMUNALES
A-56	11+940.00	11+980.00	DERECHO	137.050	TIERRAS COMUNALES
A-57	12+110.00	12+180.00	DERECHO	655.080	TIERRAS COMUNALES
A-58	12+190.00	12+280.00	DERECHO	345.570	TIERRAS COMUNALES
A-59	12+350.00	12+560.00	DERECHO	668.350	TIERRAS COMUNALES
A-60	12+580.00	12+660.00	DERECHO	400.820	TIERRAS COMUNALES
A-61	12+680.00	12+980.00	DERECHO	1117.870	TIERRAS COMUNALES
A-62	13+000.00	13+040.00	DERECHO	472.830	TIERRAS COMUNALES
A-63	13+100.00	13+120.00	DERECHO	111.630	TIERRAS COMUNALES
A-64	13+198.00	13+230.00	DERECHO	454.660	TIERRAS COMUNALES
A-65	13+260.00	13+340.00	DERECHO	997.740	TIERRAS COMUNALES
			TOTAL	46064.773	

Tabla 7. Afectaciones hasta la línea de ceros del lado izquierdo

NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
B-1	0+000.00	0+080.00	IZQUIERDO	188.21	TIERRAS COMUNALES
B-2	0+100.00	0+860.00	IZQUIERDO	2469.47	TIERRAS COMUNALES
B-3	0+860.00	1+400.00	IZQUIERDO	3701.16	TIERRAS COMUNALES

NO.	CADENAMIENTO		LADO	Superficie en m <sup>2</sup>	PROPIETARIO
B-4	4+400.00	1+560.00	IZQUIERDO	657.77	TIERRAS COMUNALES
B-5	1+560.00	1+740.00	IZQUIERDO	633.17	TIERRAS COMUNALES
B-6	1+800.00	1+865.00	IZQUIERDO	383.34	TIERRAS COMUNALES
B-7	1+880.00	1+940.00	IZQUIERDO	397.51	TIERRAS COMUNALES
B-8	1+970.00	2+080.00	IZQUIERDO	514.18	TIERRAS COMUNALES
B-9	2+116.5	2+200.00	IZQUIERDO	203.28	TIERRAS COMUNALES
B-10	2+220.00	2+320.00	IZQUIERDO	836.56	TIERRAS COMUNALES
B-11	2+480.00	2+540.00	IZQUIERDO	101.5	TIERRAS COMUNALES
B-12	2+570.00	3+650.00	IZQUIERDO	8060.69	TIERRAS COMUNALES
B-13	3+650.00	3+880.00	IZQUIERDO	974.84	TIERRAS COMUNALES
B-14	3+910.00	4+660.00	IZQUIERDO	5869.56	TIERRAS COMUNALES
B-15	4+700.00	4+860.00	IZQUIERDO	966.52	TIERRAS COMUNALES
B-16	4+900.00	5+180.00	IZQUIERDO	1326.61	TIERRAS COMUNALES
B-17	5+180.00	5+360.00	IZQUIERDO	635.49	TIERRAS COMUNALES
B-18	5+400.00	5+480.00	IZQUIERDO	538.9	TIERRAS COMUNALES
B-19	5+500.00	5+740.00	IZQUIERDO	2049.24	TIERRAS COMUNALES
B-20	5+780.00	5+860.00	IZQUIERDO	454.95	TIERRAS COMUNALES
B-21	5+860.00	6+440.00	IZQUIERDO	3181.86	TIERRAS COMUNALES
B-22	6+460.00	7+067.00	IZQUIERDO	3878.61	TIERRAS COMUNALES
B-23	7+080.00	7+400.00	IZQUIERDO	2985.02	TIERRAS COMUNALES
B-24	7+440.00	7+910.00	IZQUIERDO	4074.98	TIERRAS COMUNALES
B-25	7+950.00	9+080.00	IZQUIERDO	8662.25	TIERRAS COMUNALES
B-26	9+100.00	9+130.00	IZQUIERDO	115.04	TIERRAS COMUNALES
B-27	9+180.00	9+700.00	IZQUIERDO	3720.06	TIERRAS COMUNALES
B-28	9+710.00	9+820.00	IZQUIERDO	980.49	TIERRAS COMUNALES
B-29	9+860.00	10+000.00	IZQUIERDO	989.06	TIERRAS COMUNALES
B-30	10+020.00	10+190.00	IZQUIERDO	1066.9	TIERRAS COMUNALES
B-31	10+200.00	10+340.00	IZQUIERDO	873.64	TIERRAS COMUNALES
B-32	10+340.00	13+000.00	IZQUIERDO	45808.88	TIERRAS COMUNALES
B-33	13+040.00	13+200.00	IZQUIERDO	2319.93	TIERRAS COMUNALES
B-34	13+240.00	13+300.00	IZQUIERDO	535.11	TIERRAS COMUNALES
B-35	13+300.00	13+340.00	IZQUIERDO	82.34	TIERRAS COMUNALES
			TOTAL	110237.12	

De acuerdo con el plano de afectaciones hasta la línea de ceros, la superficie del camino existente y con los tipos de vegetación que se identificaron en campo se tienen las siguientes superficies:

Tabla 8. Usos de suelo hasta la línea de ceros.

Uso de suelo	Superficie en m <sup>2</sup>
Bosque Mesófilo	8583.4
Vegetación secundaria de Bosque Mesófilo	36204.3443
Agricultura	186.3778
Agricultura de temporal	27095.3942
Asentamientos humanos	799.162
Pastizal inducido	53855.338
Plantación	880.7005
Plantación forestal	29297.9551
Sin vegetación	107.4424

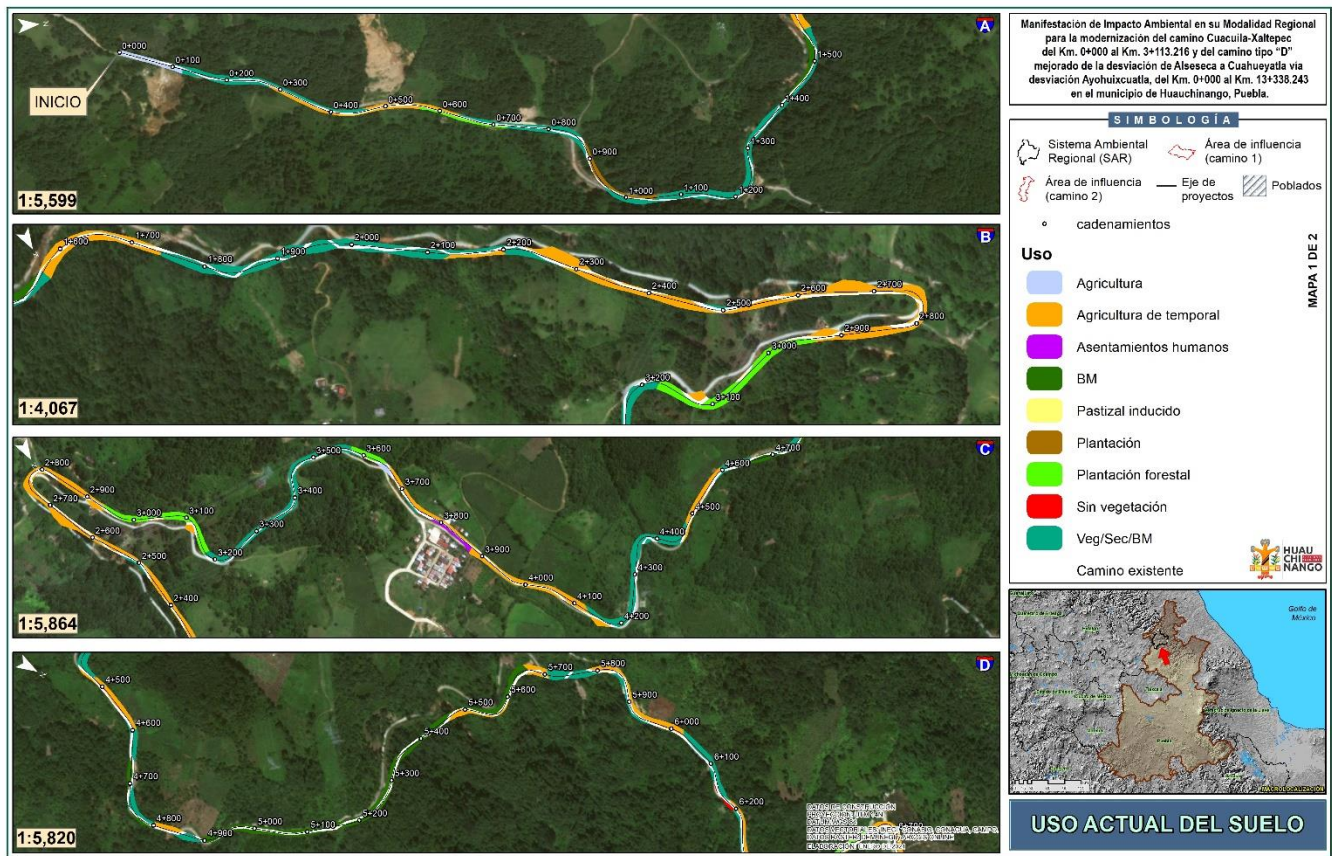


Imagen 10. Mapa de uso actual del suelo hasta la línea de ceros del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla, tramos A: 0+000-1+500, B: 1+600-3+200, C: 2+400-4+700 y D:4+500-6+200.

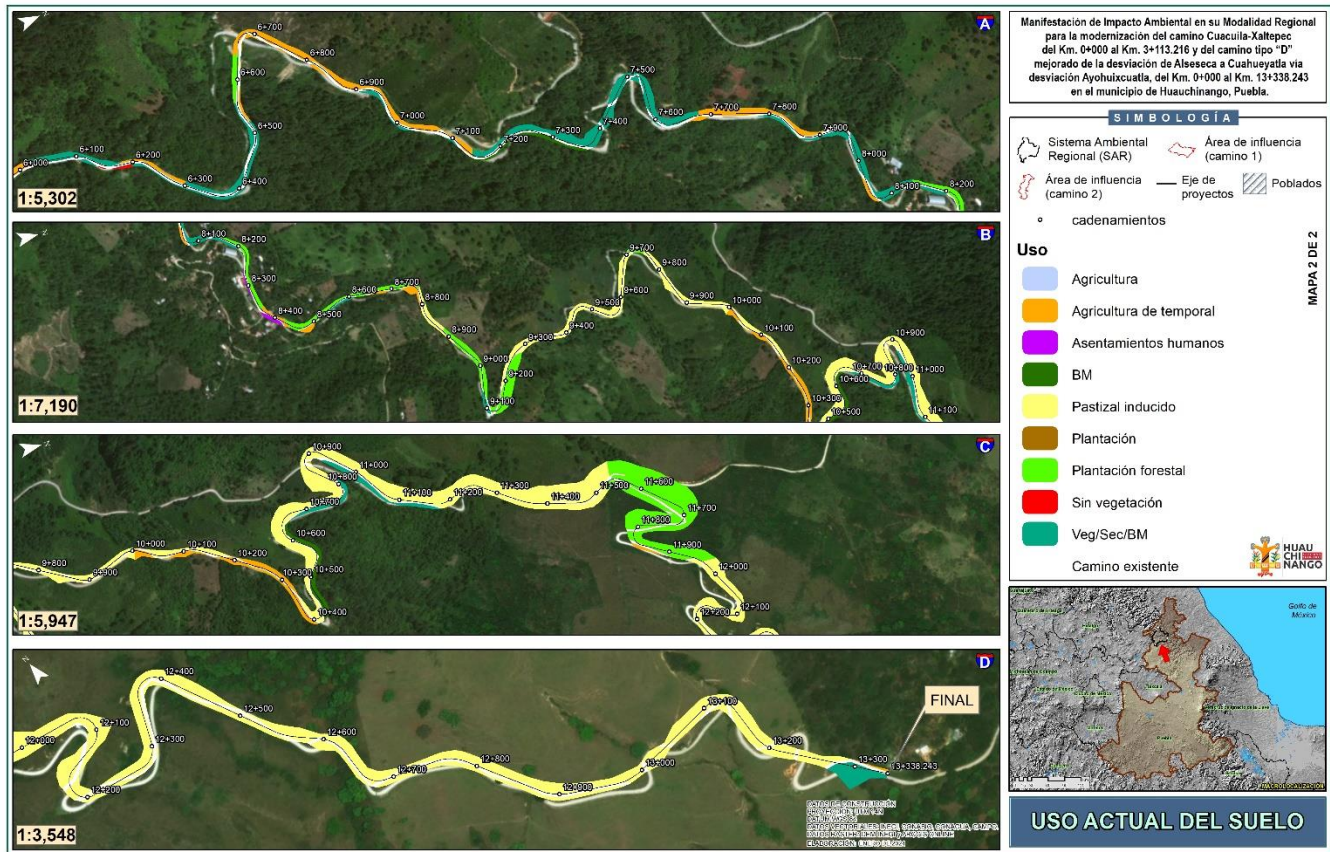


Imagen 11. Mapa de uso actual del suelo hasta la línea de ceros del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla, tramos A: 6+000-8+200, B: 8+100-11+000, C: 9+800-12+200 y D: 12+000-13+338.243.

### Superficie total requerida

En la siguiente tabla se muestran las características de ambos caminos, en la última columna se muestran los totales que se solicitan para su autorización, es decir el proyecto, en el presente estudio de impacto.

Tabla 9. Superficie total requerida para ambos caminos.

Característica	Proyecto Camino Cuacuila-Xaltepec	Proyecto Camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla	Totales del proyecto	
Longitud	3 113.216 m	13 338.243 m	16,451.459 m	
Cadenamiento inicial	0+000	0+000	0+000	0+000
Cadenamiento final	3+113.216	13+338.243	3+113.216	13+338.243
Derecho de vía	40 m	40 m	40 m	
Tipo	D	D	D	
Número de carriles	2	2	2	
Número de obras de drenaje	3	29	32	
Ancho de corona	7 m	7 m	7 m	
Ancho de calzada	7 m	7 m	7 m	
Superficie de ancho de corona	2.177734741 ha	9.329750801 ha	11.507485542 ha	
Superficie de línea de ceros	12.5141706 ha	20.65843872 ha	33.17260932 ha	

Característica	Proyecto Camino Cuacuila-Xaltepec	Proyecto Camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla	Totales del proyecto
Superficie de derecho de vía	12.33516321 ha	53.27963276 ha	65.61479597 ha
Superficie excedente del derecho de vía	0.17900793 ha	0.78305008 ha	0.96205801 ha
Superficie por afectar de vegetación forestal	1.6527248 ha de bosque mesófilo de montaña	4.47877443 ha de bosque mesófilo de montaña	6.13149923 ha de bosque mesófilo de montaña
Superficie total requerida	12.5141706 ha	54.06258905 ha	66.57675965 ha

## I.5 INVERSIÓN REQUERIDA

Para la modernización de ambos caminos se requiere de una inversión total de \$ 309,958,865.9 (trescientos nueve millones novecientos cincuenta y ocho mil ochocientos sesenta y cinco pesos 90/100 M.N.), en la Tabla 10 y Tabla 11 se encuentra la inversión para cada uno.

Tabla 10. Presupuesto de obra para el camino Cuacuila-Xaltepec.

Concepto	Costo total	% de participación
TERRACERÍAS	\$ 91,011,163.89	88.38%
OBRAS DE DRENAJE	\$ 1,823,971.24	1.77%
PAVIMENTOS	\$ 8,741,575.60	8.49%
SEÑALAMIENTO	\$ 1,332,467.29	1.29%
COMPLEMENTARIOS	\$ 64,496.83	0.06%
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 102,973,674.85</b>	<b>100%</b>
IVA	\$ 16,475,787.98	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 119,449,462.82</b>	

Tabla 11. Presupuesto de obra para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

Concepto	Costo Directo Total	% De Participación
TERRACERÍAS	\$ 117,878,547.03	71.78%
OBRAS DE DRENAJE	\$ 4,142,525.91	2.52%
PAVIMENTOS	\$ 26,941,489.18	16.40%
SEÑALAMIENTO	\$ 13,566,613.27	8.26%
OBRAS INDUCIDAS	\$ 1,703,068.64	1.04%
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 164,232,244.03</b>	<b>100.00%</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 164,232,244.03</b>	
I.V.A. 16.00%	\$ 26,277,159.05	
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 190,509,403.08</b>	

En el capítulo VIII se encuentran las tablas desglosadas de los montos de cada concepto de los caminos.



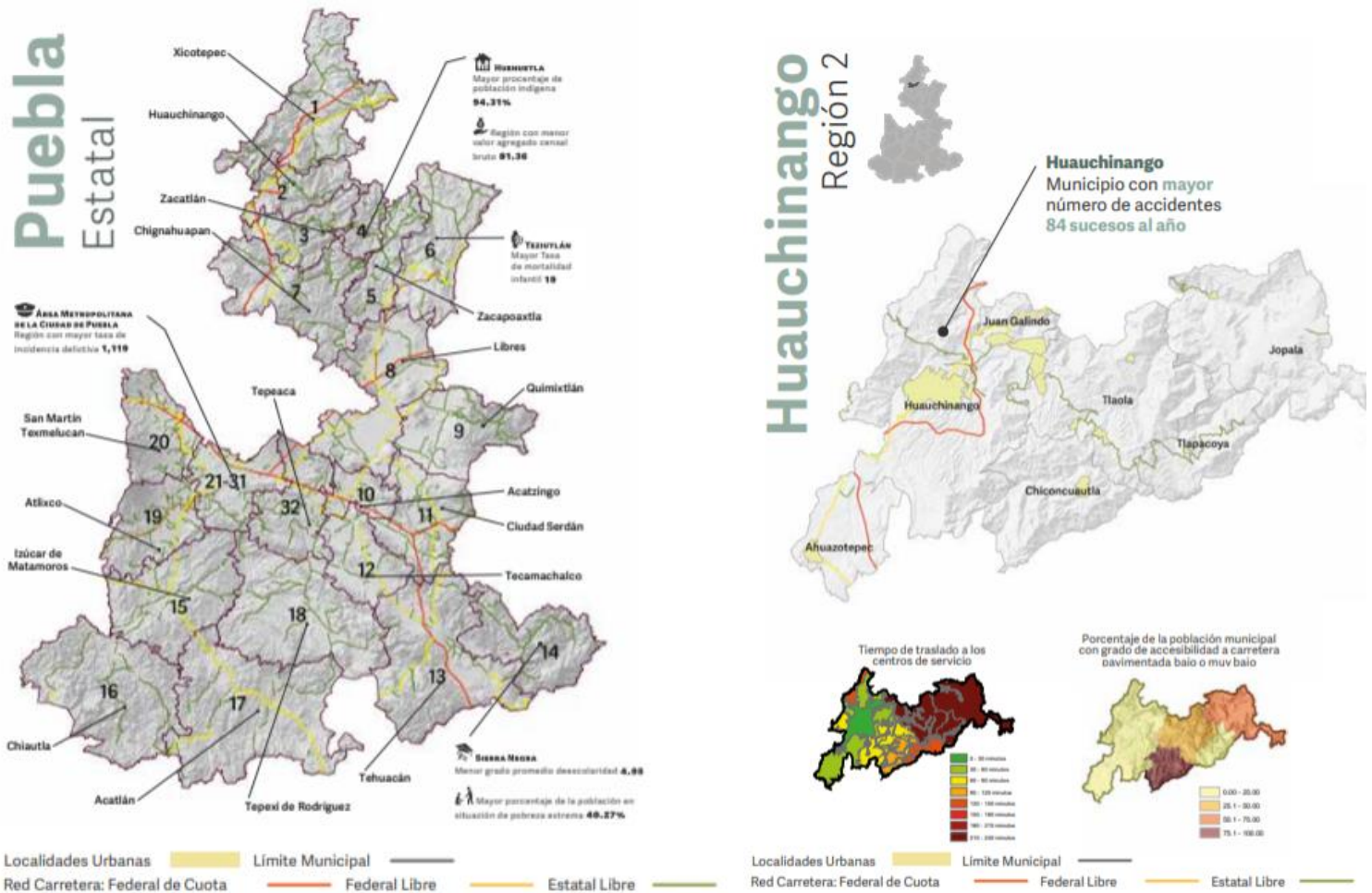


Imagen 12. Regionalización del Estado de Puebla y Región 2: Huauclanango, infraestructura.

En el municipio de Huauclanango se encuentra ubicado al noroeste del territorio estatal. Tiene una extensión territorial total de 251.677 kilómetros cuadrados que equivalen al 0.73% de la superficie estatal. Sus coordenadas geográficas extremas son 20° 03' - 20° 18' de latitud norte y 97° 57' - 98° 09' de longitud oeste, la altitud de su territorio fluctúa entre un máximo de 2 700 y un mínimo de 600 metros sobre el nivel del mar.

El territorio municipal limita al noroeste con el municipio de Naupan, al norte con el municipio de Tlacuilotepec y el noreste con el municipio de Xicotepec, el municipio de Juan Galindo y el municipio de Zihuateutla; al este limita con el municipio de Tlaola y al sureste con el municipio de Chiconcuautla; al sur el territorio limita con el municipio de Zacatlán y al suroeste con el municipio de Ahuazotepec. Al oeste el municipio limita con el estado de Hidalgo, en particular con el municipio de Acaxochitlán.

En la siguiente Imagen 13 se observa la ubicación de ambos caminos con respecto al municipio de Huauclanango, para su análisis se delimitó el Sistema Ambiental Regional (SAR) y su área de influencia (AI) descritos ampliamente en el capítulo IV.

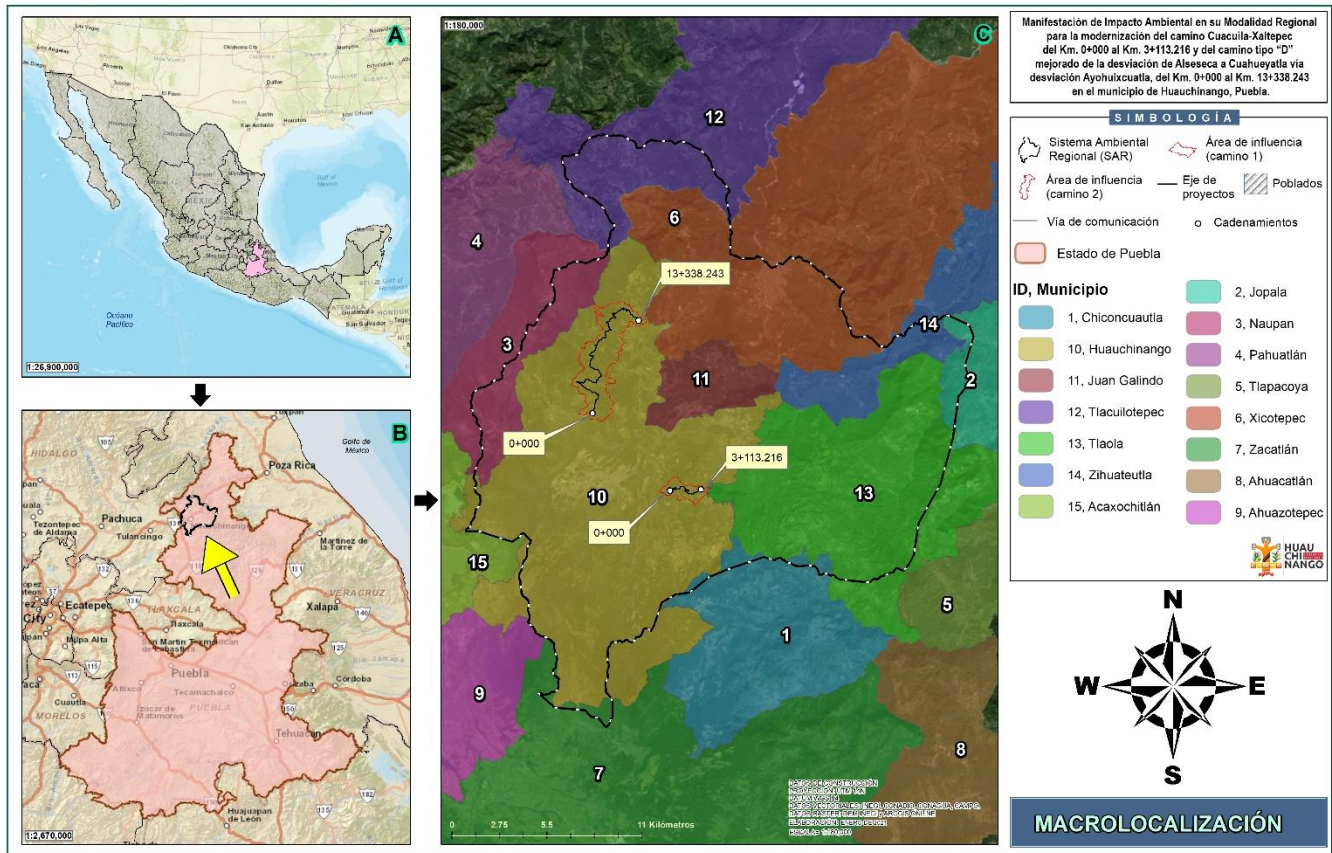


Imagen 13. Mapa de ubicación de los caminos con respecto al municipio de Huauclilla y colindantes.

### II.3 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL ÁREA DEL PROYECTO

El camino rural Cuacuilca-Xaltepec se encuentra a nivel de revestimiento, se aprecia carente de material y desprendimiento del mismo en la superficie de rodadura presentando ondulaciones y deformación en la sección transversal, y al no contar con el diseño óptimo para drenar el exceso de agua que en temporada de lluvias se acumula dando lugar a serios problemas en afectaciones a los vehículos, ya que con el paso del tiempo y el desgaste del material se forma un exceso de agua haciendo imperceptibles para el conductor los baches originados por tal situación. Dado las características de operación actual del camino a nivel de revestimiento presenta un IRI de 12 lo cual significa que la circulación es limitada, debido a que este camino carece totalmente de señalamiento horizontal y vertical, fallas en la alineación de la sección transversal, desprendimiento del material de la superficie de rodadura provocando roderas, con invasión de vegetación ruderal y arvense.





Fotografía 1. Fotografía del camino Cuacuila-Xaltepec en el km 1+500.

La característica de operación actual del camino rural desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla está determinada por el estado físico de la superficie de rodamiento, la cual pese a estar revestida, presenta baches, ondulaciones y deformaciones importantes; lo que permite una velocidad promedio de los vehículos es de 19 Km/h, por lo que el recorrido comprendido entre el Alseseca - Cuahueyatla, se lleva a cabo en promedio en un tiempo de 42 minutos.



Fotografía 2. Fotografía del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla en el km 6+400.

En las Imagen 6, Imagen 10 e Imagen 11 se muestra los usos de suelo que se encuentran dentro de la línea de cerros de cada camino, en la mayoría de la superficie presenta vegetación secundaria de Bosque Mesófilo, es decir elementos arbóreos representativos de la vegetación, pero con abundancia de arbustos y herbáceas que crecen en áreas perturbadas. En las áreas de cultivo se observó que la mayoría eran de café, otras eran de maíz y amaranto. Las superficies clasificadas como plantación forestal son de Cupressus y algunos Abies que se usan para navidad. Las clasificadas como pastizal inducido se observaron ganado como las que se presentan al final del camino de 13 km.

Las especies de vertebrados terrestres encontradas durante los muestreos, revelan que, a pesar del fuerte impacto sobre la vegetación original, provocada principalmente por la actividad agrícola, caminos existentes y el pastoreo, se registró una parte importante de la composición real de los principales grupos faunísticos. Del grupo de herpetofauna, se registraron especies asociadas a los ambientes más húmedos encontrados durante los recorridos, por un lado, sobre escurrimientos registrados durante los recorridos, en bebederos del ganado vacuno (anfibios) y por otro parte, en las laderas y corteza de árboles (reptiles).



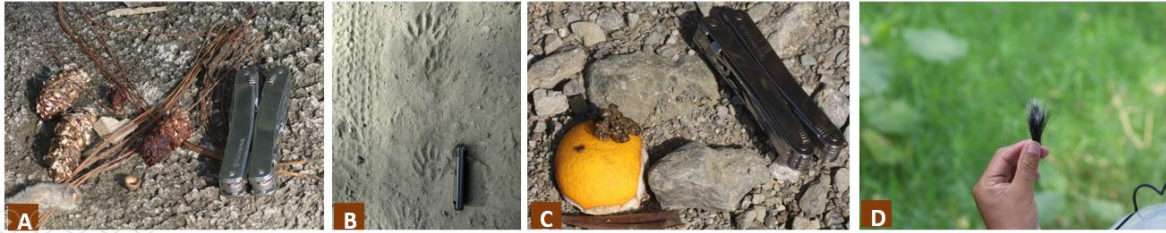
Fotografía 3. Ejemplo de algunos ejemplares de anfibios registrados en campo. A: *Smilisca baudinii*; B: *Bufo nebulifer* C: *Lampropeltis triangulum* y D: *Sceloporus occidentalis*.

En el caso de las aves, al tener una alta capacidad de desplazamiento se pudieron obtener registros en todos los ambientes posibles, desde áreas abiertas hasta zonas forestales, aunque fue notoria una mayor diversidad en zonas con buena cobertura vegetal de especies de follaje perenne.



Fotografía 4. Registro de algunas aves en distintos ambientes durante los recorridos de campo. A: *Coragyps atratus*; B: *Pintangus sulphuratus*; C: *Plegadis chihi*; D: *Columba flavirostris*.

Todas las especies de mamíferos registrados en campo se pueden catalogar como especies comunes y con una buena adaptación a ambientes perturbados, aunque es un hecho que requieren al menos de la presencia de fragmentos de hábitats adecuados para refugiarse, disponer de recursos y reproducirse.



Fotografía 5. Registro de mamíferos en distintos ambientes durante los recorridos de campo. A: *Didelphis virginiana*; B: *Procyon lotor*; C: *Urocyon cinereoargenteus*; D: *Bassariscus astutus*.

En general, las condiciones ambientales del AP y en el SAR presentan algunos fragmentos forestales que permiten, a pesar de la alta deforestación, la presencia de una importante diversidad de vertebrados terrestres, señal de una aceptable funcionalidad ecológica de los ecosistemas, que evidentemente se ve amenazada por las actividades agrícolas, el pastoreo, la extracción de leña, el crecimiento de los asentamientos humanos, la presencia de basura urbana y demás factores antropogénicos para estimular el crecimiento de pastos nuevos por mencionar algunos de los problemas más importantes.

En el capítulo VIII se encuentra el reporte fotográfico de los caminos en donde se pueden observar sus condiciones actuales de ambos caminos.

## II.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El camino Cuacuila-Xaltepec del km 0+000 al km 3+113.216 comunica dos localidades directamente Cuacuila, la cual se encuentra a dos kilómetros de distancia del inicio del trazo, y Xaltepec la cual se encuentra al final del trazo, estas localidades cuentan con los servicios básicos como agua, luz, agua potable, internet, entre otros.

El camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla del km 0+000 al km 13+338.243 comunica principalmente a las localidades de Nopala y Cuahueyatla, atraviesa por las localidades de Matlalluca y Tenohuatlán y comunica por medio de caminos rurales a Alseseca y Cuahueyatla, estas localidades cuentan de igual forma con los servicios básicos como agua, luz, agua potable, entre otros.

Por lo que no se requerirán de servicios adicionales para la ejecución del proyecto debido a que se ejecutarán en áreas donde existen todos los servicios requeridos y se encuentran comunicados. Sin embargo, se requerirán de superficies para la instalación de obras provisionales las cuales son necesarias para cumplir con la ejecución del proyecto, para su instalación y uso se llevarán a cabo medidas para evitar daños al ecosistema. Dentro de los insumos que se requieren para llevar a cabo las distintas actividades de las etapas del proyecto se requerirán de los siguientes:

Electricidad: Para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watt, el voltaje será 220 voltios mediante generadores de corrientes portátiles.

Combustible: El combustible por utilizar será gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible de las gasolineras más cercanas al proyecto, en caso contrario, se almacenará y abastecerá en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres donde se almacena alguna cantidad en condiciones de seguridad y donde resulte más económico y práctico llevar a cabo el almacenaje, en las condiciones adecuadas y de seguridad aplicables, para el funcionamiento de la maquinaria en los frentes de trabajo.

Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-002-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Agua Cruda: Se requerirá de agua cruda para las compactaciones la cual se abastecerá por medio de pipas; el proveedor de este servicio contará con los respectivos permisos de la Comisión Nacional del Agua. Para la conformación de las capas que comprenden el pavimento flexible se requerirán de los volúmenes descritos en la Tabla 13.

Tabla 13. Volumen de agua cruda por utilizar.

Camino	Para conformación de terracerías	Para conformación de pavimento
Cuacuila-Xaltepec	89,992.50 m <sup>3</sup>	1,612.32 m <sup>3</sup>
Desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla	52,119.73 m <sup>3</sup>	7,780.15 m <sup>3</sup>

Agua Potable: En los frentes de trabajo se ubicarán garrafones de plástico de 20 L con agua potable para el uso de los trabajadores el número será el suficiente para la cantidad de trabajadores. El proveedor será una empresa que cuente con los permisos para la venta de agua potable.

### III. ETAPAS DEL PROYECTO

#### III.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

##### III.1.1 Obras provisionales

Estas obras se instalan cercano a la obra su construcción se realiza con materiales prefabricados los cuales permitan su desmantelamiento en tiempos cortos y se utilizan de manera temporal hasta la etapa de abandono del sitio. Dentro de las superficies propuestas se instalarán distintas obras de acuerdo con las necesidades de la constructora. Las obras provisionales que se requieren son las siguientes:

##### Bodegas

Las bodegas se destinarán al almacenamiento de materiales y equipamientos para protegerlas de las inclemencias del tiempo y de posibles hurtos. En conjuntos de varios bloques edificados, uno de estos puede utilizarse temporalmente como zona de almacenamiento, para reducir en costos de construcción. En promedio la superficie puede variar entre 100 – 500 m<sup>2</sup>, cercada con malla o material de lámina en donde se resguardarán materiales, equipo y herramientas.

##### Almacén para residuos

Este almacén resguardará temporalmente los residuos de la obra clasificados de acuerdo con su tipo: peligrosos y no peligrosos. Esta estará techada y delimitada por una malla, para proteger el suelo se colocará un material impermeabilizante como una plancha de concreto de 10 cm de espesor o algún otro material resistente a los residuos peligrosos en una superficie de 30-100 m<sup>2</sup>, esta dependerá de las necesidades de la constructora.

Dentro de este se almacenarán los botes o contenedores con una capacidad de 200L, señalados por colores y con tapa. Así mismo el almacén contará con las señales y anuncios correspondientes, esto permitirá que cualquier trabajador identifique fácilmente el contenedor.

### Oficina de obra

La oficina de obra será la base operativa del residente de obra y fiscalizador. Esta deberá ser provista de tomas de corriente, luminarias, repisas y mesas de trabajo para que los técnicos puedan trabajar tanto en planos como en computador in-situ. La oficina debería tener vista directa hacia la obra, para que el residente pueda tener siempre supervisión visual de los trabajos aun estando dentro la oficina.

Vale la pena mencionar que la seguridad es de máxima importancia debido a la información sensible que se encuentra almacenada en esta oficina: invertir en un candado de buena calidad y poner rejas en las ventanas debe ser una prioridad para el constructor.

### Comedores

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud, pues sabemos que muchas personas traen su alimento desde la casa y necesitan un lugar para poder calentarlo, o también si el proyecto lo amerita, se podrá instalar una cocina con trabajadores que se dediquen exclusivamente a la preparación de los alimentos.

### Taller

Dentro de estas áreas se realizarán las reparaciones de la maquinaria que se requiera, se recomienda en lugares planos con protección al suelo colocando una capa de concreto de 10 cm de espesor para evitar derrames de sustancias como aceite, diésel, anticongelante, gasolina, entre otros; dentro de esta área se contará con recipientes para coleccionar los residuos generados del mantenimiento de la maquinaria que a su vez se dispondrán en los contenedores de residuos peligrosos. La superficie que ocupan los talleres varía de entre 25 – 50 m<sup>2</sup>.

### Patio de maquinaria

Dentro de estas áreas asignadas se estaciona la maquinaria una vez finalizada la jornada laboral, debajo de esta se fijarán lonas o algún material impermeable para prevenir contaminar el suelo en caso de tener alguna fuga de aceite, o cualquier líquido que contamine el suelo de ser posible se colocará una capa de concreto de 10 cm de espesor.

### Servicios sanitarios para el personal

En sitios idóneos para fácil acceso de los trabajadores se colocarán sanitarios portátiles en una relación de 1 por cada 12 trabajadores, así mismo se colocarán lavamanos portátiles, proveer de gel antibacterial y, en caso de que la actividad del trabajador lo permita, el uso obligatorio de cubrebocas.

### Señalización

Debido a que se realizará la modernización de los caminos por tramos y por cuerpos, se colocará señalética preventiva de acuerdo con la Planta señalamiento protección de obra de cada camino (carpeta de señalamiento), el cual se encuentra en forma digital en el disco anexo, con la finalidad de avisar a los usuarios de la ejecución de la obra, esta señalización será de manera temporal. Estas señales se moverán conforme se avance la obra.

Con objeto de no interrumpir la circulación de vehículos, en todos y cada uno de los subtramos por trabajar, previo al inicio de los trabajos se contará con el señalamiento de protección de obra que garantice la seguridad de los usuarios, el cual deberá contar con el mantenimiento adecuado para su buen funcionamiento durante el tiempo en que se desarrollen

los trabajos, haciendo énfasis en que al señalamiento nocturno se le debe poner especial atención por la importancia que representa; el señalamiento de protección de obra deberá cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-086-SCT2-2015 “Señalamiento y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales”, lo señalado en el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes edición 2014 además de cumplir con las cláusulas F y G de la Norma N•CTR•CAR•1•07•016/00 “Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras” de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Asimismo, se deberá complementar el señalamiento diurno con personal (bandereros) que puedan prevenir al usuario y apoyar a los camiones de acarreo para un desarrollo de los trabajos con la mayor seguridad.

Las señales por utilizar en cada camino son las siguientes:

Tabla 14. Señalamiento de protección de obra camino Cuacuila-Xaltepec.

SEÑAL	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	COLOR	Cantidad
SIP-7	PRINCIPIA TRAMO EN CONSTRUCCIÓN	178X71 cm	Naranja	2
SPP-1	OBRAS EN VIALIDAD, Con tablero adicional 122x35 cm	86x86 cm	Naranja	2
SIP-7	REDUCCIÓN DE CARRILES	178X71 cm	Naranja	2
SPP-1	OBRAS EN VIALIDAD, Con tablero adicional 122x35 cm	86x86 cm	Naranja	2
SRP-9	VELOCIDAD, Con tablero adicional 86x35 cm	86x86 cm	Rojo	2
SIP-9	TERMINA TRAMO EN REPARACIÓN	178X71 cm	Naranja	2
BAND-01	BANDEREROS EN ZONAS ASIGNADAS	-	-	2
BAND-03	SEÑAL ALTO/SIGA PARA TRABAJOS EN ZONA DE INFORMACIÓN	61X61	ROJO-NARANJA	2
TAMB-01	TRAFITAMBOS O TAMBOS PARA PROTECCIÓN DE OBRA	90 X 45	NARANJA	312
LAMPDES-01	LAMPARA CON DESTELLO PARA TRABAJOS NOCTURNOS	-	-	312

Tabla 15. Señalamiento de protección de obra camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

SEÑAL	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	COLOR	Cantidad
SIP-7	PRINCIPIA TRAMO EN CONSTRUCCIÓN	178X71 cm	Naranja	2
SPP-1	OBRAS EN VIALIDAD, Con tablero adicional 122x35 cm	86x86 cm	Naranja	2
SIP-7	REDUCCIÓN DE CARRILES	178X71 cm	Naranja	2
SPP-1	OBRAS EN VIALIDAD, Con tablero adicional 122x35 cm	86x86 cm	Naranja	2
SRP-9	VELOCIDAD, Con tablero adicional 86x35 cm	86x86 cm	Rojo	2
SIP-9	TERMINA TRAMO EN REPARACIÓN	178X71 cm	Naranja	2
BAND-01	BANDEREROS EN ZONAS ASIGNADAS	-	-	2
BAND-03	SEÑAL ALTO/SIGA PARA TRABAJOS EN ZONA DE INFORMACIÓN	61X61	ROJO-NARANJA.	2
TAMB-01	TRAFITAMBOS O TAMBOS PARA PROTECCIÓN DE OBRA	90 X 45	NARANJA	1334
LAMPDES-01	LAMPARA CON DESTELLO PARA TRABAJOS NOCTURNOS	-	-	1334

Los sitios para la colocación de las obras provisionales idóneos son aquellos que se encuentran desprovistos de vegetación o con previo deterioro, para el caso de ambos caminos, se realizará su alineación horizontal y vertical, así como cambios de ruta, por lo tanto, se tendrán tramos de los caminos existentes que quedarán en desuso por dichas actividades, estos sitios pueden ser aprovechados para la colocación de las obras provisionales. Para el camino Camino Cuacuila-Xaltepec se tiene 0.306358089 ha y para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla 1.167046288 ha de superficies que no serán utilizadas, en el capítulo VIII se encuentra el mapa de ubicación de dichas superficies que posteriormente se plantea una reforestación (descrito en el capítulo VI) las coordenadas de estos polígonos se encuentran anexos en el disco en la carpeta de coordenadas.

### III.1.2 Desmonte

Se llevará a cabo el desmonte de acuerdo con las normas N·CTR·CAR·1·01·001/11 y N·CTR·CAR·1·01·001/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte. Dentro de estas se define esta actividad como:

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o deificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma N·CTR·CAR·1·09·003, Transplante de Especies Vegetales y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo. El desmonte comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

Para ambos proyectos no se realizará el desmonte en todo el derecho de vía este se ejecutará de acuerdo con los planos de afectaciones, estos se encuentran en forma digital en el disco anexo al presente estudio. Como ya se mencionó en las dimensiones del proyecto se realizará una afectación a la vegetación de bosque mesófilo en una superficie total de 6.13149923 ha la cual se especifica para cada camino en la Tabla 9.

### III.1.3 Despalme

De acuerdo con la descripción de las normas N·CTR·CAR·1·01·002/11 y N·CTR·CAR·1·01·002/00 el despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Con objeto de no contaminar el material de las terracerías con materia orgánica, en todo el tramo donde el proyecto considere ampliaciones para cumplir con la sección especificada, en el área de influencia realizar un despalme/corte de 20 cm. de espesor promedio; depositándolo en el lugar indicado por el Residente de Obra (Banco de Tiro), previamente autorizado por la Dependencia.

Cabe aclarar que el producto de despalme se puede depositar en recubrimiento de los taludes de terraplén o en pisos de excavaciones; en áreas donde no impida el drenaje, para favorecer el desarrollo de la vegetación.

## III.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

El procedimiento constructivo que se llevará a cabo en los caminos: Cuacuila-Xaltepec y desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla que se describe a continuación será ejecutado de acuerdo con los planos para cada uno, los cuales se encuentran de forma digital en el disco anexo.

### III.2.1 Procedimiento constructivo para terracerías

#### Sección de corte

En las zonas donde el proyecto geométrico considere cortes, se procederá a realizar dicho corte del material del terreno natural en el espesor necesario conforme a los niveles de proyecto, para dar paso a la construcción de la capa subrasante en la forma como se indica más adelante; la superficie descubierta se procederá a compactarla al 90% como mínimo de su P.V.S.M. en 20 cm. De profundidad, calculado con la prueba AASHTO estándar.

Para la estabilidad del talud en corte, se recomienda una relación de 0.5 : 1.0.

Nota: El material producto de cortes libre de material orgánica y basura, que cumpla estrictamente con especificaciones de proyecto, podrá utilizarse en la construcción del cuerpo de terraplén como se indica más adelante, o incluso puede ser utilizado en la reparación de posibles zonas inestables, mientras que el material a eliminar producto de corte que no cumpla con las especificaciones del proyecto, se depositará en el lugar indicado por el Residente de obra (Banco de Tiro) previamente autorizado por la Dependencia.

En las zonas de corte donde pudieran detectarse suelos muy cementados o exista estrato rocoso y únicamente se requiera dar nivel de proyecto, se procederá a perfilar la superficie descubierta para alojar la capa de subrasante de 30 cm. De espesor compacto.

### Sección de terraplén

En las zonas donde el proyecto geométrico indique terraplén, previa eliminación de la materia vegetal en el área de influencia de las ampliaciones, compactar la superficie descubierta al  $90 \pm 2\%$  como mínimo de su P.V.S.M. en 20 cm. De profundidad, calculado con la prueba AASHTO estándar; enseguida se construirá el cuerpo de terraplén en capas de 20 cm. De espesor máximo compacto al  $90 \pm 2\%$  de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO estándar hasta llegar al nivel de desplante de la capa subrasante. Utilizando material procedente de Banco de préstamo de material que más adelante se indica. Para la estabilidad del talud en terraplén, se recomienda la relación indicada en la tabla de anexo correspondiente.

Al construir los terraplenes, se deberán hacer los cortes longitudinales necesarios en la sección actual para ligar dicha sección, con la ampliación; en los casos que la pendiente transversal del terreno natural lo requiera, se construirán escalones de liga en los terraplenes.

### Capa subrasante

Sobre la capa tratada y debidamente terminada como anteriormente se indicó, es decir sobre la capa subyacente en la sección de corte o en la sección de terraplén, en todo el ancho de la sección se deberá construir una capa subrasante, con espesor de 30 cm de material compactado al  $100 \pm 2\%$  de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.), calculado con la prueba AASHTO estándar; utilizado material producto del banco que más adelante se indica, de acuerdo al tratamiento indicado. Con esta capa se darán el bombeo y sobre-elevaciones de proyecto.

Con esta capa de nivelación se darán el bombeo de proyecto.

### Muros de contención de mampostería

Dentro del proyecto en el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla se contempla la construcción de muros de contención que por la topografía son necesarios para estabilizar los cortes y terraplenes.

Tabla 16. Generador de muros de mampostería camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

CADENAMIENTO MURO	EXCAVACIÓN m <sup>3</sup>	FILTRO m <sup>3</sup>	TUBOS ML	CHAPEO m <sup>2</sup>	PLANTILLA m <sup>3</sup>	RELLENO m <sup>3</sup>	VOL. MAMPOSTERIA m <sup>3</sup>
1+280.00	26.00	5.12	5.10	0.24	36.00	13.03	72.40
1+390.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
1+540.00	9.50	1.28	5.10	0.24	1.30	5.78	32.10
1+890.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
3+640.00	14.50	2.85	5.10	0.24	20.07	7.27	40.36



CADENAMIENTO MURO	EXCAVACIÓN m <sup>3</sup>	FILTRO m <sup>3</sup>	TUBOS ML	CHAPEO m <sup>2</sup>	PLANTILLA m <sup>3</sup>	RELLENO m <sup>3</sup>	VOL. MAMPOSTERIA m <sup>3</sup>
3+900.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
4+450.00	9.50	1.28	5.10	0.24	1.30	5.78	32.10
4+680.00	91.00	17.92	5.10	0.24	126.00	45.61	253.40
4+780.00	7.00	2.56	5.10	0.24	1.00	2.92	16.20
4+880.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
5+020.00	7.00	2.56	5.10	0.24	1.00	2.92	16.20
5+380.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
5+480.00	54.00	2.56	5.10	0.24	3.40	22.54	125.20
5+760.00	54.00	2.56	5.10	0.24	3.40	22.54	36.20
5+780.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
6+120.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
6+200.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
6+820.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
6+940.00	28.50	3.84	5.10	0.24	3.90	17.33	96.30
7+440.00	7.00	2.56	5.10	0.24	1.00	2.92	16.20
7+920.00	14.25	1.92	5.10	0.24	1.95	8.67	48.15
7+925.00	13.50	0.64	5.10	0.24	0.85	5.63	31.30
8+150.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
8+180.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
8+600.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
8+772.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
9+380.00	15.49	3.05	5.10	0.24	21.45	7.76	43.13
9+600.00	7.00	2.56	5.10	0.24	1.00	2.92	16.20
9+680.00	112.20	2.56	5.10	0.24	4.20	39.06	217.00
9+820.00	19.00	2.56	5.10	0.24	2.60	11.56	64.20
10+020.00	56.10	1.28	5.10	2.10	2.10	19.53	108.50
10+200.00	13.00	2.56	5.10	0.24	18.00	6.52	36.20
TOTALES	763.5345	95.50464	163.2	9.54	392.117	365.210154	1939.9453

### III.2.2 Procedimiento constructivo para pavimento

#### Base hidráulica

Una vez aceptada la capa subrasante por la Dependencia correspondiente, en todo el ancho de la sección como anteriormente se indicó, se deberá construir una capa de base hidráulica de 20 cm. De espesor y compactación del 100 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.), calculado con la prueba AASHTO modificada 5 capas, utilizando material procedente del banco que más adelante se indica; y garantizando que la pérdida de humedad en la superficie sea la mínima posible; es decir mantener con constantes riegos de agua la capa terminada, en tanto no se inicia con el tendido de la etapa subsecuente.

#### Riego de impregnación

Sobre la capa de base, debidamente terminada, se aplicará un riego de impregnación con emulsión para impregnar del tipo ECI-60 o similar, a razón de 1.5 a 1.7 lt/m<sup>2</sup>, dejando en reposo por lo menos 24 hr para que el producto logre su objetivo.

#### Carpeta de concreto asfáltico en caliente

Después de que la capa de Base Hidráulica sea aceptada por la Dependencia correspondiente, sobre la capa de rodamiento libre de material suelto (barrida) se procederá a aplicar el riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento

rápido del tipo ECR-65, a razón de 0.5 lt/m<sup>2</sup>. A 0.7 lt/m<sup>2</sup>. Una vez alcanzado el rompimiento de la emulsión asfáltica del riego de liga, se procederá a la construcción de la carpeta de concreto asfáltico, con mezcla elaborada en planta estacionaria, en caliente, utilizando agregado pétreo a tamaño máximo de 1.90 cm (¾”), debiendo tener un espesor (compacto) de 5 cm. Mínimo y compactación del 95% como mínimo de su Peso Volumétrico Máximo Marshall.

Durante su construcción de la carpeta asfáltica se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

El concreto asfáltico utilizado en la construcción de la carpeta y será procedente de una de las plantas estacionarias en caliente, que más adelante se indican, debiendo cumplir con los valores de calidad establecidos en el capítulo 9 “Normas de Calidad” de este estudio.

Con la finalidad de mantener la temperatura del concreto asfáltico que marca la Normativa SCT, es importante que durante su transportación de la planta de producción, al lugar de su colocación, esta se cubra perfectamente con lonas.

Para alcanzar los parámetros de calidad de la carpeta asfáltica, se debe cuidar que el equipo que se utilice en todo el proceso, se encuentre en buenas condiciones de operación, además de que sea el adecuado para cada etapa, principalmente en lo que respecta a la compactación de la mezcla, donde será necesario contar con un rodillo metálico liso tipo tándem con peso de 4.0 a 6.0 ton., para el caso de la carpeta.

El tendido de la mezcla de concreto asfáltico en caliente, será a temperatura que marca la gráfica de viscosidad-temperatura, debiendo alcanzar el 95 % mínimo de compactación, respecto al diseño Marshall. El acabado de la superficie de la carpeta asfáltica no deberá presentar zonas con depresiones mayores a los 5 mm.

El grado de permeabilidad determinado sobre la superficie de la carpeta asfáltica, no deberá ser mayor del 10% medida con el procedimiento del aro y del cono.

### **III.2.3 Drenaje**

En los caminos existentes existen obras de drenaje las cuales son insuficientes estructuralmente o se encuentran deterioradas, se sustituirán o construirán obras de drenaje nuevas de acuerdo con los datos hidráulicos en donde se determinó la ubicación y tipo, en el disco anexo al presente estudio se encuentran los planos de cuencas así como la información relacionada a estas obras.

Dentro de las alcantarillas se construirán tubos y losas, anticipadamente a la ejecución de los trabajos correspondientes a las terracerías, se demolerán los elementos de las obras de drenaje que se indicarán de acuerdo con lo que fije el proyecto.

#### **Tubos**

Se llevará a cabo su construcción de acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·03·014/09 Las alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad son estructuras flexibles, que se construyen mediante este tipo de tubos colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada.

Para la construcción de alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras. La excavación para alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·01·007, Excavación para Estructuras. La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado de la tubería, para permitir la compactación del material de relleno, hasta una profundidad de quince (15) centímetros mayor que la profundidad de desplante de los tubos, para alojar la plantilla como se indica en la Fracción G.4. de esta Norma. Las paredes de la excavación se harán tan

verticales como el terreno lo permita. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en el caso de que en el fondo de la excavación se encuentre arcilla o limo de alta plasticidad (CH o MH) clasificados según el Manual M·MMP·1·02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente otros veinte (20) centímetros, para alojar una capa de cimentación como se indica en la Fracción G.3. de esta Norma, capa sobre la que se desplantará la plantilla.

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, conforme a lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·01·005, Excavación para Canales. En el caso a que se refiere el Inciso G.2.3. de esta Norma, sobre el fondo de la excavación, en todo su ancho, se colocará una capa de cimentación de veinte (20) centímetros de espesor, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, formada con material para subrasante, que cumpla con las características especificadas en la Norma N·CMT·1·03, Materiales para Subrasante y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, como se indica en el Manual M·MMP·1·09, Compactación AASHTO. Sobre el fondo de la excavación o, en su caso, sobre la capa de cimentación se colocará una plantilla de apoyo de quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la excavación, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se formará con un material para subbase, que cumpla con las características especificadas en la Norma N·CMT·4·02·001, Materiales para Subbases. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el Manual M·MMP·1·09, Compactación AASHTO, dejando sin compactar la franja central de la plantilla con ancho igual a un tercio ( $\frac{1}{3}$ ) del diámetro exterior del tubo. La pendiente de la plantilla será igual que la pendiente de la alcantarilla indicada en el proyecto.

Para tubos corrugados de polietileno de alta densidad con diámetro nominal de mil cincuenta (1 050) milímetros o mayor, en la franja central sin compactar de la plantilla de apoyo, se harán hendiduras transversales de dos coma cinco (2,5) centímetros de profundidad, con ancho ligeramente mayor que el de las campanas de unión de los tubos, en los sitios donde se ubiquen las juntas de la tubería, con el propósito de asegurar que el tubo quede completamente apoyado.

La colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, de forma que sus campanas queden siempre aguas arriba. Inmediatamente antes de conectar dos tubos, se limpiarán la campana, la espiga y el empaque elastomérico, de forma que el sistema de unión esté libre de tierra, polvo u otro material que pudiera afectar la hermeticidad de la conexión y se aplicará generosamente el lubricante que recomiende el fabricante de los tubos, en la pared interior de la campana y en el empaque, evitando que la partes ya lubricadas puedan ensuciarse. La conexión de los tubos se hará manteniendo fija la campana e introduciendo la espiga del siguiente tubo con su empaque elastomérico colocado, cuidando que éste se mantenga siempre en su posición correcta. Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, 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 de protección que se coloque a los costados (acostillado) y arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se hará de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·01·011, Rellenos y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, hasta una altura arriba de la clave de los tubos igual a su diámetro exterior, se usará un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la Norma N·CMT·4·02·001, Materiales para Subbases. El relleno de protección en el acostillado se acomodará simétricamente a ambos lados de los tubos de polietileno de alta densidad, en capas no mayores de quince (15) centímetros, cuidando que penetre en los valles de las corrugaciones pero evitando que los tubos se muevan. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la

Secretaría, cada capa se compactará simultáneamente a ambos lados del tubo, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el Manual M-MMP-1-09, Compactación AASHTO.

El relleno de protección arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, hasta una altura igual al diámetro exterior de los tubos, se extenderá en capas no mayores de quince (15) centímetros y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el Manual M-MMP-1-09, Compactación AASHTO. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando el relleno de protección a que se refieren los Incisos G.6.2. y G.6.3. de esta Norma, sobresalga de la excavación, para protección de la estructura se formará sobre la tubería un relleno de sección trapecial, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-011, Rellenos, con base superior igual a tres (3) veces el diámetro de la alcantarilla y una altura mínima sobre la clave de los tubos, igual que su diámetro exterior, con un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la Norma N-CMT-4-02-001, Materiales para Subbases, compactado con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el Manual M-MMP-1-09, Compactación AASHTO. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sólo se permitirá el tránsito de vehículos de construcción o el uso de compactadores vibratorios o tipo pata de cabra sobre la alcantarilla, una vez que el espesor de material sobre la clave de la tubería sea igual que el diámetro exterior de los tubos

Los extremos de la tubería formada con tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se sujetarán con muros de cabeza, los cuales podrán estar provistos de aleros y delantales; contruidos de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, 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, Concreto Hidráulico, N-CTR-CAR-1-02-004, Acero para Concreto Hidráulico y CTR-CAR-1-02-006, Estructuras de Concreto Reforzado. A la entrada y a la salida de la alcantarilla de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, en caso 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.

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la alcantarilla de tubos corrugados de polietileno de alta densidad hasta que haya sido recibida por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

### Losas

La excavación para estructuras se efectuará de acuerdo con las dimensiones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, podrá realizarse a mano o con maquinaria. El ancho de la excavación será igual al claro o diámetro de la obra más cero punto veinticinco (0.25) metros a ambos lados. La ejecución de este concepto se regirá por la Norma N-CTR-CAR-1-01-007/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

- Se realizará cama de material con calidad de base como desplante en las zapatas y zampeado de las alcantarillas de losa.
- En la ampliación de obra de drenaje se realizará la demolición de los muros y cabezotes de las obras de drenaje existentes, retirando el material de escombros a lugares donde no afecten el funcionamiento de estas. Posteriormente se ejecutará la construcción de estas, según lo indicado en el proyecto. La ejecución de este concepto se regirá por la Norma N-CTR-CAR-1-02-013/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.
- La construcción de las losas se hará de aguas abajo hacia aguas arriba.

Para el caso de losas construidas mediante estribos de concreto ciclópeo y losas de concreto armado, no deberán colocarse varillas oxidadas o aquellas que no permitan la construcción adecuada de estas.

- El relleno de la cepa se hará con material producto de la excavación en capas no mayores de 30 cm colocando la primera capa a mano y compactando cuidadosamente. La ejecución de este concepto se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.
- El material sobrante producto de la excavación que no sea utilizado en el relleno, será retirado de la obra en el lugar que la Dependencia lo señale.

El concreto ciclópeo utilizado en los aleros y estribos de las losas será de  $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  y su ejecución se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/04 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

El concreto hidráulico utilizado en las losas y guarniciones será de  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y su ejecución se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/04 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

El concreto hidráulico utilizado en plantillas será de  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  y su ejecución se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-02-003/04 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

El acero para concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico, instalados en ductos o no, para tomar los refuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura. La ejecución de este concepto se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-02-004/02 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

El relleno de la cepa se efectuará con material producto de la excavación y/o producto de préstamo de banco para cada caso específico y se construirá en capas no mayores de 30 cm. y debidamente compactados de acuerdo con lo indicado en cada caso. La ejecución de este concepto se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-01-011/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte. Cuando el relleno de excavaciones se realice con material producto de estas.

En las obras donde se requiera, se realizará excavación de canales con la finalidad de permitir el adecuado desalojo del agua hacia las alcantarillas o parte baja del terreno. La ejecución de este concepto se registrará por la Norma N-CTR-CAR-1-01-005/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte.

En las zonas donde lo indique el proyecto se construirán cunetas revestidas de concreto hidráulico simple de  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia, con un espesor de diez (10) centímetros y juntas de construcción simples a cada dos (2) metros. La geometría de la cuneta será de uno punto cero (1.0) metros de ancho del desnivel del hombro del ancho de calzada al fondo de la cuneta, prolongando la base hidráulica en el corte hasta una altura de cero puntos cuarenta (0.40) metros.

### Obras complementarias de drenaje

En su caso deberá considerarse el drenaje complementario conforme a proyecto como son: guarniciones y banquetas, empleando para estos concreto hidráulico de  $f_{r,c} = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de proteger los cortes y terraplenes, controlar la erosión en suelos y prevenir los problemas de estabilidad en suelos y rocas.

### Guarniciones y banquetas

Se construirán en la zona urbana las guarniciones y banquetas con concreto hidráulico con resistencia  $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de dar seguridad y paso a los peatones.

Cabe resaltar que en las zonas donde el trazo se aloje en zonas de vivienda será indispensable contar con las instalaciones de servicios municipales tales como agua potable y drenaje, debidamente terminadas, con la finalidad de no tener la necesidad de romper la estructura del pavimento, cuando este se haya construido, para la instalación o reparación de estas; así mismo en estas mismas zonas con el fin de dar seguridad a los peatones de manera similar, en la zona rural urbana, es necesario considerar una luz de guarnición en las banquetas de 15 cm. Como mínimo.

### Bordillos con anclaje

Se recomienda la construcción de bordillos con anclaje de concreto hidráulico con resistencia  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , para conducir el agua hacia los lavaderos, evitando erosiones en los taludes y saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la carretera.

### Construcción de cunetas

Se revestirán las cunetas completamente con losas de concreto hidráulico con resistencia  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , para poder conducir todas las aguas pluviales sin que afecte la estructura del pavimento. Es necesario hacer limpieza de acotamientos, obteniendo el talud lo máximo posible para alejar las aguas de la estructura del camino.

### Construcción de lavaderos

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura. En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capturen el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo u algún otro elemento de captación de agua.

Se construirán lavaderos completos y rugosos, sin obstrucciones, con amplia sección al inicio para captar mejor el agua. Los lavaderos serán de concreto hidráulico con resistencia  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , para poder conducir todas las aguas pluviales sin que afecte la estructura del pavimento.

Considerando que la construcción de bermas son los trabajos necesarios para formar escalones en corte y terraplenes en zonas requeridas para mejorar su estabilidad, en anexo correspondiente se hace recomendación de construcción de bermas en diversos subtramos, cuyas características estarán en función de la altura del talud de corte.

Se hace mención que para su construcción deberán tomarse en cuenta lo determinado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-015/00N emitido por la Normativa para la Infraestructura del Transporte SCT.

Actualmente existen obras de drenaje las cuales tendrán que ser sustituidas o se construirán nuevas de acuerdo con los estudios y planos por medio de los cuales se establecieron las obras que se enlistan en las Tabla 17 y Tabla 18.

Tabla 17. Obras de drenaje del camino Cuacuila-Xaltepec.

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	ESVIAJADA
				X	Y		
1	0+021.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	602625.1	2230425.26	T. 1.20Ø	NORMAL
2	1+715.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	603649.86	2230444.04	T. 1.20Ø	NORMAL
3	2+560.00	NUEVA	---	603845.29	2230242.95	L - 2.00 X 1.50 M	NORMAL

Tabla 18. Obras de drenaje del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcutla.

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	DATOS HID.			ESVIAJADA
				X	Y		A	C	AHN	
1	0+190	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598193.63	2235064.12	L - 2.00 X 1.0 M	NO APLICA			NORMAL
2	0+220	NUEVA	---	598194.4764	2235087.512		7.30	1.00	0.81	

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	DATOS HID.			ESVIAJADA
				X	Y		A	C	AHN	
3	0+837	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598340.0662	2235675.477	L - 5.50 X 3.50 M	331.08	1.00	14.22	ESV 30°
4	1+197	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598481.253	2235962.395	T. 1.20Ø	8.23	1.00	0.89	ESV 25°
5	1+400	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598324.4729	2236062.334	T. 1.20Ø	9.14	1.00	0.96	NORMAL
6	1+574	EXISTENTE	ZANJA DE DRENAJE	598181.8324	2236107.849	L - 4.50 X 2.50 M	165.11	1.00	8.44	ESV 30°
7	1+650	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598108.9782	2236105.081	L - 2.00 X 1.00 M	10.25	1.00	1.05	ESV 20°
8	1+755	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598035.1126	2236179.001	T. 1.20Ø	8.54	1.00	0.92	ESV 15°
9	1+837	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597978.5669	2236238.741	L - 2.00 X 1.0 M	6.21	1.00	0.72	ESV 25°
10	1+995	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597828.4113	2236281.204	T. 1.20Ø	7.98	1.00	0.87	ESV 10°
11	2+131	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597717.9344	2236360.342	T. 1.20Ø	9.45	1.00	0.99	NORMAL
12	2+760	NUEVA	---	597215.4001	2236714.932	T. 1.20Ø	10.54	1.00	1.07	ESV 20°
13	2+918	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597344.4132	2236700.376	T. 1.20Ø	8.65	1.00	0.92	ESV 15°
14	3+646	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597873.2006	2236863.016	T. 1.20Ø	9.51	1.00	0.99	ESV 25°
15	4+160	NUEVA	---	598324.9864	2236647.981	T. 1.20Ø	7.54	1.00	0.83	NORMAL
16	4+379	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598381.572	2236815.564	T. 1.20Ø	8.21	1.00	0.89	NORMAL
17	4+600	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598500.8689	2236965.088	T. 1.20Ø	10.25	1.00	1.05	NORMAL
18	4+823	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598628.3748	2237109.805	T. 1.20Ø	6.58	1.00	0.75	NORMAL
19	5+826	NUEVA	---	597953.0467	2237684.78	L - 2.50 X 1.50 M	34.44	1.00	2.60	NORMAL
20	6+117	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598021.4827	2237949.499	T. 1.20Ø	8.65	1.00	0.92	ESV 20°
21	6+324	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598152.4023	2238100.91	T. 1.20Ø	7.21	1.00	0.81	NORMAL
22	6+686	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597943.5507	2238287.903	L - 2.50 X 1.50 M	37.19	1.00	2.76	ESV 15°
23	6+927	EXISTENTE	2LOSA 1.5 X 1.5 M	598122.591	2238441.664	T. 1.20Ø	8.54	1.00	0.92	NORMAL
24	7+428	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598330.6657	2238788.142	T. 1.20Ø	9.74	1.00	1.01	ESV 30°
25	7+948	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598533.903	2239144.764	T. 1.20Ø	10.10	1.00	1.04	ESV 30°
26	8+143	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598657.8464	2239213.763	T. 1.20Ø	11.21	1.00	1.12	NORMAL
27	8+480	NUEVA	---	598914.8709	2239362.632	T. 1.20Ø	7.87	1.00	0.86	NORMAL

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	DATOS HID.			ESVIAJADA
				X	Y		A	C	AHN	
28	8+597	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598873.7471	2239471.979	T. 1.20Ø	9.51	1.00	0.99	NORMAL
29	8+754	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598890.6644	2239626.573	T. 1.20Ø	8.21	1.00	0.89	NORMAL
30	13+300	NUEVA	---	600779.6406	2240294.039	T. 1.20Ø	6.35	1.00	0.73	NORMAL

En el capítulo VIII se encuentra el reporte fotográfico de los caminos en donde se pueden observar las obras de drenaje existentes la cuales que por sus dimensiones son insuficientes para permitir el flujo hidrológico, se encuentran azolvadas o su estructura deteriorada.

Para la construcción de las obras de drenaje se requerirán de los siguientes materiales de construcción:

Tabla 19. Cantidades de obra para las obras de drenaje del camino Cuacuila-Xaltepec.

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN			SUMA	
Tubo	0+021.00	1+715.00			
Losa			2+560.00		
Longitud de obra	10.83	14.03	9.77	34.63	m
EXCAVACIÓN					
Excavación B	34.15	28.10	73.05	135.30	m <sup>3</sup>
RELLENO					
Relleno	50.20	82.20	6.40	138.80	m <sup>3</sup>
CONCRETO					
fc=100kg/cm <sup>2</sup>	3.15	5.20	2.50	10.85	m <sup>3</sup>
fc=150kg/cm <sup>2</sup>			41.80	41.80	m <sup>3</sup>
fc=200kg/cm <sup>2</sup>			6.50	6.50	m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo			746.00	746.00	kg
Mampostería 3er clase	7.72	7.72		15.44	m <sup>3</sup>
ZAMPEADO Y DENTELLÓN					
Zamp. Mort. Cemento	7.82	7.82		15.64	m <sup>3</sup>

Tabla 20. Cantidades de obra para las obras de drenaje del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla.

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN										SUMA		
Tubo			1+197	1+400				1+755		1+995	2+131		
Losa	0+220.00	0+837.00			1+574.00	1+650.00			1+837.00				
Longitud de obra	10.80	10.25	12.81	9.88	10.93	10.89	11.26	13.68	10.63	9.78	110.91	m	
EXCAVACIÓN													
Excavación B	49.05	192.60	47.70	33.70	107.00	52.90	33.70	64.90	33.70	33.70	648.95	m <sup>3</sup>	
RELLENO													
Relleno	7.50	19.45	80.55	49.15	17.25	7.60	49.15	9.50	49.15	49.15	338.45	m <sup>3</sup>	
CONCRETO													
fc=100kg/cm <sup>2</sup>	2.40	14.80	5.10	3.10	10.30	2.80	3.10	3.40	3.10	3.10	51.20	m <sup>3</sup>	
fc=150kg/cm <sup>2</sup>	34.60	197.40			120.40	38.40		46.50			437.30	m <sup>3</sup>	
fc=200kg/cm <sup>2</sup>	6.40	20.80			14.50	4.30		5.20			51.20	m <sup>3</sup>	



TIPO DE OBRA	ESTACIÓN										SUMA		
Acero de refuerzo	821.00	1,899.00			1,668.00	875.00			1,112.00			6,375.00	kg
Mampostería 3er clase	0.00	0.00	7.72	7.72	0.00	0.00	7.72	0.00	7.72	7.72		38.60	m <sup>3</sup>
ZAMPEADO Y DENTELLÓN													
Zamp. Mort. Cemento	0.00	0.00	7.82	7.82	0.00	0.00	7.82	0.00	7.82	7.82		39.10	m <sup>3</sup>
FILTRO Y DRENES													
Drenes	4.32	4.10	5.12	3.95	4.37	4.36	4.50	5.47	4.25	3.91		44.36	ml
TUBOS													
1.20 m			3.00	2.00			2.00		2.00	2.00		13.20	m

Tabla 21. Cantidades de obra para las obras de drenaje del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla.

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN										SUMA		
Tubo	2+760.00	2+918.00	3+646	4+160	4+379	4+600	4+823		6+117	6+324			
Losa								5+826.00					
Longitud de obra	13.48	13.18	11.11	11.46	15.41	12.11	10.34	10.27	11.14	10.11		118.61	m
EXCAVACIÓN													
Excavación B	47.70	47.85	33.70	33.70	47.80	47.75	33.70	62.60	33.70	33.70		422.20	m <sup>3</sup>
RELLENO													
Relleno	80.55	80.85	49.15	49.15	80.70	80.60	49.15	8.80	49.15	49.15		577.25	m <sup>3</sup>
CONCRETO													
fc=100kg/ cm <sup>2</sup>	5.10	5.10	3.10	3.10	5.10	5.10	3.10	3.20	3.10	3.10		39.10	m <sup>3</sup>
fc=150kg/ cm <sup>2</sup>								58.90				58.90	m <sup>3</sup>
fc=200kg/ cm <sup>2</sup>								5.70				5.70	m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo								9.17				9.17	kg
Mampostería 3er clase	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	0.00	7.72	7.72		69.48	m <sup>3</sup>
ZAMPEADO Y DENTELLÓN													
Zamp. Mort. Cemento	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	0.00	7.82	7.82		70.38	m <sup>3</sup>
FILTRO Y DRENES													
Drenes	5.39	5.27	4.44	4.58	6.16	4.84	4.14	4.11	4.46	4.04		47.44	ml
TUBOS													
1.20 m	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00		2.00	2.00		26.40	m

Tabla 22. Cantidades de obra para las obras de drenaje del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla.

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN										SUMA		
Tubo		6+927.00	7+428	7+948	8+143	8+480	8+597	8+754	13+300				
Losa	6+686.00												
Longitud de obra	11.95	13.00	13.58	15.46	12.09	13.60	11.04	16.97	15.57			123.26	m
EXCAVACIÓN													
Excavación B	72.25	47.75	47.75	47.75	47.75	47.75	33.70	47.75	47.80			440.25	m <sup>3</sup>
RELLENO													
Relleno	10.25	80.55	80.60	80.55	80.60	80.60	49.15	80.55	80.65			623.50	m <sup>3</sup>

TIPO DE OBRA	ESTACIÓN									SUMA	
CONCRETO											
fc=100kg/cm2	3.70	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	3.10	5.10	5.10	42.50	m <sup>3</sup>
fc=150kg/cm2	67.80									67.80	m <sup>3</sup>
fc=200kg/cm2	6.60									6.60	m <sup>3</sup>
Mampostería 3er clase	0.00	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	61.76	m <sup>3</sup>
ZAMPEADO Y DENTELLÓN											
Zamp. Mort. Cemento	0.00	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	7.82	62.56	m <sup>3</sup>
FILTRO Y DRENES											
Drenes	4.78	5.20	5.43	6.18	4.84	5.44	4.42	6.79	6.23	49.30	ml
TUBOS											
1.20 m		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	27.60	m

### III.2.4 Señalamiento

Es recomendable en el área donde sea necesario conforme a proyecto, la colocación del Señalamiento Horizontal y Vertical correspondiente.

Tabla 23. Señalética horizontal para el camino Cuacuila-Xaltepec.

DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Raya separadora de sentidos de circulación M-1	M-1		
Raya continua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m), M-1.3, Amarillo reflejante, 15 cm de ancho	M-1.3	3113.216	m
Raya en la orilla derecha, continua, M-3.1, Blanca reflejante, 15 cm de ancho, Marcada en toda la longitud de restricción	M-3.1	6226.432	m
Flechas, letras y números, M-11.1, Blanco reflejante para velocidades de hasta 60 m/hr	M-11.1	64	Pza
Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados, en medio de las dos rayas DH-1.3 Amarillo en dos caras	DH-1.3	104	Pza
Botón reflejante a cada 30 m sobre laraya en carreteras de dos carriles, uno por sentido. DH-1.10 Blanco en dos caras	DH-1.10	208	Pza

Tabla 24. Señalética vertical para el camino Cuacuila-Xaltepec.

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.	Lado de Ubicación de señal
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	602675.647	2230491.463	Principal	0+105	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	602763.519	2230536.629	Principal	0+225	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	602922.888	2230574.458	Principal	0+390	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	602878.783	2230523.471	Principal	0+580	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	602916.856	2230479.340	Principal	0+720	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	602995.268	2230495.199	Principal	0+800	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-34	86X86	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	603073.681	2230511.058	Principal	0+880	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	603107.986	2230517.996	Principal	0+915	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	603360.405	2230649.147	Principal	1+245	DERECHO

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.	Lado de Ubicación de señal
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	603460.785	2230575.664	Principal	1+380	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	603580.382	2230473.190	Principal	1+540	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	603675.212	2230428.110	Principal	1+645	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	603671.740	2230396.152	Principal	1+760	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	603498.782	2230396.693	Principal	2+040	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-22	86X86	PROHIBIDO ESTACIONARSE	603545.546	2230359.102	Principal	2+100	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	603623.486	2230296.450	Principal	2+200	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	603678.045	2230252.594	Principal	2+270	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-34	86X86	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	603824.229	2230248.556	Principal	2+440	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	603865.314	2230230.198	Principal	2+485	DERECHO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	604088.054	2230307.741	Principal	2+735	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	604248.890	2230387.972	Principal	2+915	DERECHO
SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO	SID-8	178X40	DESTINO A POBLADO	604351.028	2230434.576	Principal	3+030	DERECHO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	604413.727	2230479.029	Principal	3+110	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	604048.108	2230300.438	Principal	2+695	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	603831.656	2230252.896	Principal	2+445	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	603662.945	2230273.712	Principal	2+245	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-34	86X86	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	603604.490	2230320.701	Principal	2+170	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	603538.241	2230373.956	Principal	2+085	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	603507.064	2230399.017	Principal	2+045	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	603659.634	2230394.592	Principal	1+770	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	603615.010	2230464.479	Principal	1+575	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	603569.853	2230485.946	Principal	1+525	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	603464.203	2230583.567	Principal	1+375	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	603322.431	2230663.535	Principal	1+205	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	603106.598	2230524.857	Principal	0+915	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-34	86X86	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	603028.186	2230508.998	Principal	0+835	IZQUIERDO
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	602944.859	2230492.145	Principal	0+750	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	602895.865	2230482.236	Principal	0+700	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	602941.337	2230542.424	Principal	0+515	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	602906.349	2230574.320	Principal	0+375	IZQUIERDO
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	602743.663	2230544.027	Principal	0+205	IZQUIERDO
SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO	SID-8	178X40	DESTINO A POBLADO	602674.566	2230507.981	Principal	0+120	IZQUIERDO

Tabla 25. Señalética horizontal para el camino desviación de Alsesec a Cuahueyatlá vía desviación Ayohuixcuatla.

DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Raya separadora de sentidos de circulación M-1	M-1		
Raya continua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m), M-1.3, Amarillo reflejante, 15 cm de ancho	M-1.3	13340	m

DESCRIPCIÓN	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Raya en la orilla derecha, continua, M-3.1, Blanca reflejante, 15 cm de ancho, Marcada en toda la longitud de restricción	M-3.1	26680	m
Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados, en medio de las dos rayas DH-1.3 Amarillo en dos caras	DH-1.3	622	Pza
Botón reflejante a cada 30 m sobre la raya en carreteras de dos carriles, uno por sentido. DH-1.10 Blanco en dos caras	DH-1.10	889	Pza

Tabla 26. Señalética vertical para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598136.155	2234896.695	Principal	0+200
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-34	86X87	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	598149.842	2234934.274	Principal	0+600
SEÑAL PREVENTIVA	SP-13	86X88	PENDIENTE DESCENDENTE	598163.532	2234971.865	Principal	0+100
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	178X40	SIR-FRENE CON MOTOR	598177.2203	2235009.45	Principal	0+140
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	598197.8257	2235081.515	Principal	0+214.365
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	598242.0879	2235196.734	Principal	0+341.526
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598272.2199	2235319.987	Principal	0+470
SEÑAL PREVENTIVA	SP-13	86X86	PENDIENTE DESCENDENTE	598291.8719	2235463.836	Principal	0+620
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	178X40	SIR-FRENE CON MOTOR	598306.3276	2235501.132	Principal	0+660
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598325.082	2235584.544	Principal	0+745
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598332.41	2235628.044	Principal	0+789.107
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-14	30X120	KILOMETRAJE CON ESCUDO	598469.0612	2235766.005	Principal	1+000
SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO	SID-8	178X40	DESTINO A POBLADO	598480.5635	2235929.63	Principal	1+165
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598357.936	2236032.044	Principal	1+355
SEÑAL PREVENTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598357.936	2236032.044	Principal	1+355
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598300.707	2236092.558	Principal	1+438.288
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598473.195	2235845.113	Principal	1+78.454
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598014.55	2236208.413	Principal	1+790.593
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	597911.575	2236256.728	Principal	1+906.938
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	597769.998	2236328.399	Principal	2+700
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	597682.786	2236382.026	Principal	2+172
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	597610.3115	2236434.456	Principal	2+265
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	597572.8206	2236481.301	Principal	2+325
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	597532.425	2236526.126	Principal	2+385
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	597485.458	2236572.398	Principal	2+450.606
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	597255.367	2236687.61	Principal	2+710.247
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	597317.834	2236708.558	Principal	2+890
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	597357.96	2236691.568	Principal	2+933.16
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-15	30X76	KILOMETRAJE	597423.5043	2236676.996	Principal	3+000
SEÑAL RESTRICTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	597631.94	2236660.905	Principal	3+255

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	597696.788	2236734.272	Principal	3+339.914
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	597472.665	2236690.275	Principal	3+50.844
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	597747.482	2236857.587	Principal	3+511.041
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	597828.436	2236871.88	Principal	3+600.394
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	597903.583	2236829.033	Principal	3+698.128
SEÑAL PREVENTIVA	SP-33	86X86	ESCOLARES	597955.6912	2236785.159	Principal	3+698.128
SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO	SID-8	178X40	DESTINO A POBLADO	597929.2789	2236801.295	Principal	3+698.128
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598182.6288	2236685.566	Principal	3+698.128
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598058.862	2236736.47	Principal	3+875
SEÑAL RESTRINGIDA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	598114.964	2236703.632	Principal	3+930.615
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598277.14	2236663.283	Principal	4+110
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598303.012	2236653.155	Principal	4+137.775
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598377.792	2236723.706	Principal	4+280
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598374.098	2236766.375	Principal	4+322.826
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598480.033	2236919.595	Principal	4+549.045
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598528.406	2236976.641	Principal	4+630
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598581.095	2237002.747	Principal	4+688.799
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598624.952	2237148.673	Principal	4+861.663
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-14	30X120	KILOMETRAJE CON ESCUDO	598549.3003	2237256.303	Principal	5+000
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	598545.362	2237266.77	Principal	5+11.262
SEÑAL PREVENTIVA	SP-8	86X86	CURVA INVERSA	598473.711	2237381.35	Principal	5+146.75
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598259.584	2237438.311	Principal	5+385
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598227.3726	2237452	Principal	5+420
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598201.384	2237463.045	Principal	5+448.239
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598091.128	2237545.568	Principal	5+603.717
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	597997.1942	2237634.963	Principal	5+760
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR-13	86X86	SIR-FRENE CON MOTOR	598005.4503	2237758.256	Principal	5+920
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	598003.136	2237810.198	Principal	5+970.877
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598094.93	2238046.114	Principal	6+245
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598156.478	2238097.837	Principal	6+324.814
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598151.347	2238200.226	Principal	6+445.861
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598130.3249	598130.3249	Principal	6+475
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598025.74	2238236.312	Principal	6+585
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598005.149	2237895.328	Principal	6+59.493
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	597984.373	2238256.639	Principal	6+631.25
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598014.687	2238344.384	Principal	6+775.99
SEÑAL PREVENTIVA	SP-13	86X86	PENDIENTE DESCENDENTE	598173.5481	2238448.714	Principal	6+980
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-15 Principal 7+0	30X76	KILOMETRAJE	598194.5994	2238452.551	Principal	7+000
SEÑAL RESTRINGIDA	SR-34	86X86	USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD	598281.001	2238537.694	Principal	7+125
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	178X40	SIR-FRENE CON MOTOR	598307.2198	2238600.673	Principal	7+200
SEÑAL PREVENTIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598313.311	2238665.914	Principal	7+275
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598341.819	2238695.956	Principal	7+316.389
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598220.706	2238481.874	Principal	7+37.965
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598354.0428	2238764.664	Principal	7+395

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598313.976	2238814.473	Principal	7+458.924
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598409.7883	2238946.797	Principal	7+700
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	598434.55	2239002.51	Principal	7+760.968
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598554.933	2239143.131	Principal	7+970
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598680.916	2239234.648	Principal	8+173.09
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598609.047	2239138.134	Principal	8+24.338
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	598808.729	2239256.979	Principal	8+414.62
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	598907.516	2239391.944	Principal	8+510
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598889.27	2239305.042	Principal	8+538.691
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	598884.33	2239559.205	Principal	8+685
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	598886.404	2239583.879	Principal	8+709.754
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	598979.9526	2239639.87	Principal	8+845
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	599000.4933	2239654.126	Principal	8+870
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	599029.247	2239674.081	Principal	8+905
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599066.52	2239699.948	Principal	8+950.37
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-15	30X76	KILOMETRAJE	599107.7857	2239723.767	Principal	9+000
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	599165.438	2239774.165	Principal	9+191.364
SEÑAL PREVENTIVA	SP-13	86X86	PENDIENTE DESCENDENTE	599087.4564	2239899.269	Principal	9+360
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599058.699	2240019.636	Principal	9+508.16
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	178X40	SIR-FRENE CON MOTOR	599074.0457	2240042.011	Principal	9+554
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599165.158	2239716.604	Principal	9+59.515
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	599020.441	2240092.008	Principal	9+620
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	598991.119	2240102.506	Principal	9+651.145
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599048.205	2240200.405	Principal	9+851.468
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	599109.408	2240271.374	Principal	9+949.449
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	599181.419	2240341.255	Principal	10+600
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	599235.4076	2240390.646	Principal	10+135
SEÑAL PREVENTIVA	SP-13	86X86	PENDIENTE DESCENDENTE	599277.8459	2240405.42	Principal	10+180
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599316.747	2240418.952	Principal	10+221.188
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	178X40	SIR-FRENE CON MOTOR	599372.303	2240434.227	Principal	10+280
SEÑAL RESTRICATIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	599445.586	2240414.275	Principal	10+358.25
SEÑAL PREVENTIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	599479.991	2240448.452	Principal	10+445
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599390.583	2240520.803	Principal	10+573.319
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599372.625	2240592.559	Principal	10+726.864
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599345.965	2240647.676	Principal	10+829.481
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	599341.132	2240676.954	Principal	10+950.02
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-15	30X76	KILOMETRAJE	599390.0081	2240683.486	Principal	11+000
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	599423.249	2240682.46	Principal	11+33.872
SEÑAL RESTRICATIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	599525.034	2240707.007	Principal	11+138.482
SEÑAL PREVENTIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	599610.167	2240799.011	Principal	11+275
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	599647.323	2240809.863	Principal	11+313.719
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	40X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	599701.1139	2240828.304	Principal	11+370
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	599749.202	2240861.38	Principal	11+427.687
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	71X239	INFORMACIÓN DE TIPO RECOMENDACIÓN	599785.7275	2240892.811	Principal	11+475

Tipo de Señal vertical (Clasificación)	Clave Señal Vertical	Tamaño de señal vertical	Descripción de señal vertical	Coord N	Coord E	Eje	Cadenam.
SEÑAL INFORMATIVA DE DESTINO	SID-8	178X40	DESTINO A POBLADO	599794.4513	2240927.743	Principal	11+510
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	599885.456	2240975.832	Principal	11+630
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	599903.464	2240979.061	Principal	11+648.307
SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	599956.201	2240897.608	Principal	11+885
SEÑAL RESTRICATIVA	SP-6	86X86	CURVA	599985.259	2240908.842	Principal	11+916.168
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	600099.041	2240912.035	Principal	12+35.443
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	600124.167	2240818.36	Principal	12+240.449
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	600240.295	2240865.279	Principal	12+415
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	600263.466	2240815.399	Principal	12+470
SEÑAL PREVENTIVA	SP-10	86X86	ZONA DE CURVAS	600279.652	2240780.554	Principal	12+508.55
SEÑAL PREVENTIVA	SP-7	86X86	CURVA CERRADA	600388.137	2240613.204	Principal	12+721.905
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	600468.8	2240529.184	Principal	12+846.876
SEÑAL PREVENTIVA	SP-6	86X86	CURVA	600528.988	2240466.127	Principal	12+934.768
SEÑAL INFORMATIVA DE IDENTIFICACIÓN	SII-15	30X76	KILOMETRAJE	600591.3645	2240443.979	Principal	13+000
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-18	86X86	PROHIBIDO REBASAR	600616.247	2240446.024	Principal	13+250
SEÑAL RESTRICATIVA	SR-9	86X86	VELOCIDAD 30	600730.369	2240350.692	Principal	13+225
SEÑAL PREVENTIVA	SP-9	86X86	CURVA INVERSA CERRADA	600663.827	2240449.935	Principal	13+72.754

### III.2.5 Bancos

El material producto de los cortes y terraplén será utilizado en otras etapas del proyecto, los bancos que se utilizarán para la modernización de los caminos se describen a continuación:

#### Camino Cuacuila-Xaltepec

##### Terraplén

Banco No. 1, "Producto de Cortes", ubicado en el Km. 0+000 al Km. 2+930 del camino en estudio, gravas arcillosas y arenas limosas que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Que cumplan estrictamente con calidad para capa terraplén conforme la Normativa para la Infraestructura del Transporte SCT.

##### Subrasante

Banco No. 2, "Cuacuila", ubicado en el Km. 0+000 con 2,500 m. de desviación atrás del camino en estudio, gravas arcillosas que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Régimen de propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 4.0 Km.

##### Base hidráulica

Banco No. 3, "Triturados San Ramón", ubicado en el Km. 13+000 con 1,200 m. de desviación izquierda de la carretera Dos Caminos - Ocomantla; roca caliza, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (Que cumpla con especificaciones de este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 66.5 Km. (Por condiciones de topografía la ruta es por Villa Ávila Camacho).

Banco No. 4, "San Marcos", ubicado en el Km. 143+700 con 600 m. de desviación derecha de la carretera federal Pachuca – Tuxpan, grava arena de río, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (Que cumpla con especificaciones de este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 58.5 Km. propiedad privada.

Carpeta de concreto asfáltico en caliente

Banco No. 3, "Triturados San Ramón", ubicado en el Km. 13+000 con 1,200 m. de desviación izquierda de la carretera Dos Caminos - Ocomantla, mezcla de concreto asfáltico en caliente, que requiere instalación de Planta Dosificadora de Concreto Asfáltico y dosificación a tamaño máximo 3/4".(Que cumpla con especificaciones solicitadas en este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 66.5 Km. (Por condiciones de topografía la ruta es por Villa Ávila Camacho).

Piedra para mampostería

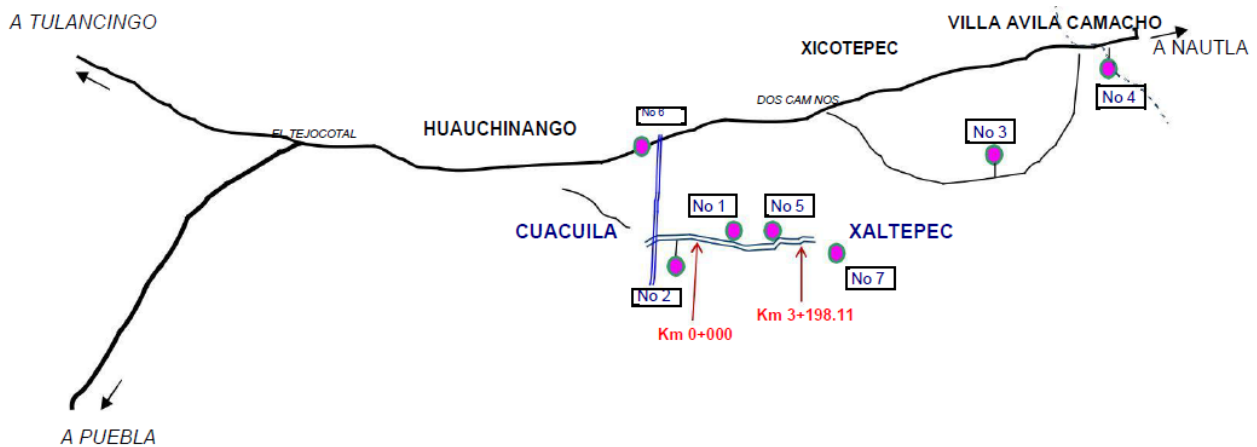
Banco No. 5, "S/N", ubicado en Km. 2+300 desviación izquierda 50 m. del camino en estudio, roca caliza que requiere uso de equipo mecánico. Propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 0.8 Km.

Arena y grava para concreto hidráulico

Banco No. 6, "Cacalango", localizado en el Km. 109 lado izquierdo de la carretera Federal México – Tuxpan, grava-arena de río, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado por mallas de 1 1/2" a No.4. para obtener grava y cribado por malla No. 4 para obtener arena. Banco en producción. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 14.5 Km.

Agua para concretos y compactaciones

Banco No. 7, "Nexapa", ubicado en el Km. 3+198.11 con 2,500 m. de desviación adelante del camino de referencia. Propiedad comunal. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 4.0 Km.



No.	NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	USO	TRATAMIENTO
1	"PRODUCTO DE CORTES"	DEL KM. 0+000 AL KM. 2+930 DEL TRAZO EN ESTUDIO	GRAVAS ARCILLOSAS Y ARENAS LIMOSAS	TERRAPLEN	DISGREGADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
2	"CUACUILA"	KM 0+000 CON 4,500 M. DE DESVIACIÓN ATRÁS DEL CAMINO DE REFERENCIA	GRAVAS ARCILLOSAS	SUBRASANTE	DISGREGADO Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
3	"TRITURADOS SAN RAMÓN"	KM. 13+000 CON 1,200 M. DE DESV. IZQ. DE LA CARR. DOS CAMINOS - OCOMANTLA.	ROCA CALIZA	BASE HIDRÁULICA	TRITURACIÓN PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 1 1/2"
3	"TRITURADOS SAN RAMÓN"	KM. 13+000 CON 1,200 M. DE DESV. IZQ. DE LA CARR. DOS CAMINOS - OCOMANTLA.	CONCRETO ASFÁLTICO	CARPETA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	INSTALACIÓN DE PLANTA ESTACIONARIA Y DOSIFICADO A TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
4	"SAN MARCOS"	KM. 143+700 CON 600 M. DE DESV. DER. DE LA CARR. FED. PACHUCA - TUXPAN.	GRAVA - ARENA DE RÍO	BASE HIDRÁULICA	TRITURACIÓN PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 1 1/2"
5	"S/N"	KM. 2+300 LADO IZQUIERDO CON 50 M. DE DESVIACIÓN DEL CAMINO EN ESTUDIO	ROCA CALIZA	MAMPISTERIA	EXTRACCIÓN CON EQUIPO MECÁNICO
6	"CACALANGO"	KM 109+000 LADO IZQUIERDO DE LA CARRETERA FEDERAL MEXICO-NAUPAN	GRAVA - ARENA DE RÍO	GRAVA P/CONCRETO HID.	TRIT. PARC. Y CRIB. POR MALLAS 1 1/2"-No.4
			ARENA DE RÍO	ARENA P/CONCRETO Y MORTERO HID.	CRIBADO POR MALLAS No. 4 (ARENA CONC.) Y MALLA No. 8 (MORTERO)
7	"NEXAPA"	KM. 3+198.11 CON 2,500 M. DE DESVIACIÓN ADELANTE DEL CAMINO EN ESTUDIO	AGUA DE PRESA	MAMPISTERIA Y COMPACTACIONES	PROPIEDAD FEDERAL

Imagen 14. Croquis de localización de los bancos de materiales para el camino Cuacuilá-Xaltepec.



## Camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla

### Terraplén

Banco No. 1, "Producto de Cortes", ubicado en el Km. 0+000 al Km. 13+340 del camino en estudio, arenas limosas (SM), gravas limosas (GM), arenas arcillosas (SC) y gravas arcillosas (GC) de color café y café claro que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Que cumplan estrictamente con calidad para capa terraplén conforme la Normativa para la Infraestructura del Transporte SCT.

Banco No. 2, "S/N", ubicado en el Km. 4+360 con 100 m. de desviación izquierda del camino en estudio, gravas arcillosas que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Régimen de propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 2.4 Km.

### Subrasante

Banco No. 3, "Xochitida", ubicado en el Km. 5+700 con 700 m. de desviación derecha del camino: Xicotepec - Cuahueyatla, gravas arcillosas que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Régimen de propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 11.0 Km.

Banco No. 4, "Mazontla", ubicado en el Km. 1+100 con 900 m. de desviación derecha del camino: Cuacuila - Xaltepec, gravas arcillosas que requieren tratamiento de disgregado y cribado a tamaño máximo 3". Régimen de propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 23.0 Km.

### Base hidráulica:

Banco No. 5, "Triturados San Ramón", ubicado en el Km. 13+000 con 1,200

m. de desviación izquierda de la carretera Dos Caminos - Ocomantla; roca caliza, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (Que cumpla con especificaciones de este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 46.5 Km. (Por condiciones de topografía la ruta es por Villa Ávila Camacho).

Banco No. 6, "San Marcos", ubicado en el Km. 143+700 con 600 m. de desviación derecha de la carretera federal Pachuca – Tuxpan, grava arena de río, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (Que cumpla con especificaciones de este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 40 Km. propiedad privada.

### Carpeta de concreto asfáltico en caliente

Banco No. 5, "Triturados San Ramón", ubicado en el Km. 13+000 con 1,200

m. de desviación izquierda de la carretera Dos Caminos - Ocomantla, mezcla de concreto asfáltico en caliente, que requiere instalación de Planta Dosificadora de Concreto Asfáltico y dosificación a tamaño máximo 3/4".(Que cumpla con especificaciones solicitadas en este proyecto). Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 46.5 Km. (Por condiciones de topografía la ruta es por Villa Ávila Camacho).

### Piedra para mampostería

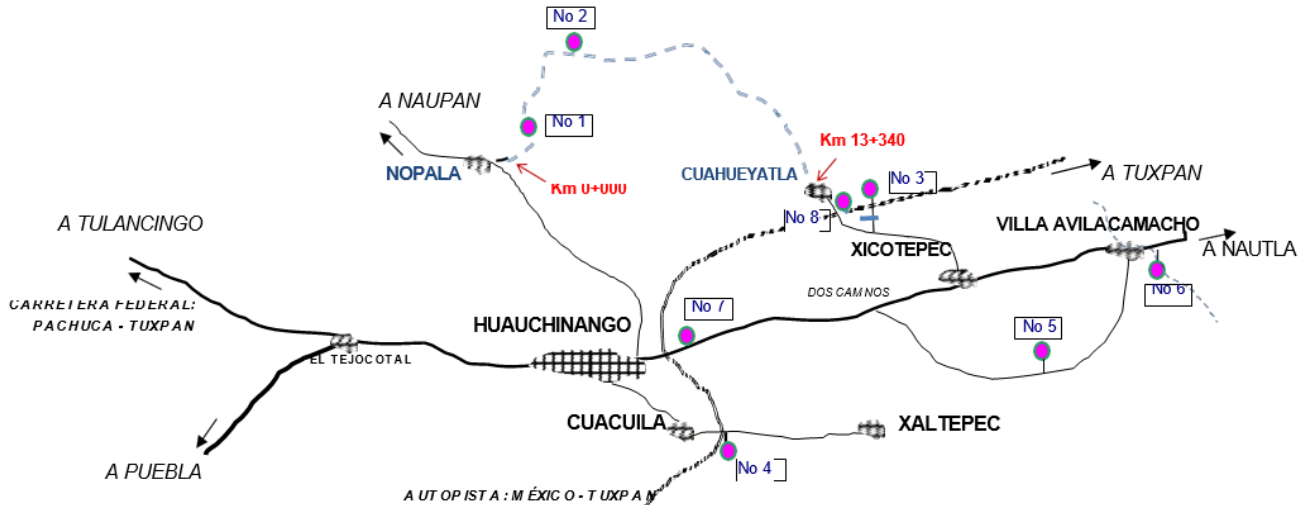
Banco No. 2, "S/N", ubicado en el Km. 4+360 con 100 m. de desviación izquierda del camino en estudio, roca caliza que requiere uso de equipo mecánico. Propiedad particular. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 2.4 Km.

### Arena y grava para concreto hidráulico

Banco No. 7, "Cacalango", localizado en el Km. 109 lado izquierdo de la carretera Federal México – Tuxpan, grava-arena de río, que requiere tratamiento de trituración parcial y cribado por mallas de 1 1/2" a No.4. para obtener grava y cribado por malla No. 4 para obtener arena. Banco en producción. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 15 Km.

Agua para concretos y compactaciones

Banco No. 8, "Cuahueyatla", ubicado en el Km. 13+340 con 3,500 m. de desviación adelante del camino de referencia. Propiedad comunal. Distancia de acarreo al centro geométrico del camino en estudio 10.5 Km.



No.	NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	USO	TRATAMIENTO
1	"PRODUCTO DE CORTES"	DEL KM . 0+000 AL KM . KM . 13+340 DEL TRAZO EN ESTUDIO	GRAVAS ARCILLOSAS Y ARENAS LIMOSAS	TERRA PLEN	DISGREGADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
2	"S/N"	KM 4+360 CON 100M. DE DESVIACIÓN IZQUIERDA DEL CAMINO DE REFERENCIA	GRAVAS ARCILLOSAS	TERRA PLEN	DISGREGADO Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
			ROCA CALIZA	MAMPOSTERÍA	EXTRACCIÓN CON EQUIPO MECÁNICO
3	"XOCHITIDA "	KM 5+700 CON 700 M . DE DESVIACIÓN ADELANTE DEL CAMINO DE REFERENCIA	GRAVAS ARCILLOSAS	SUBRASANTE	DISGREGADO Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
4	"MAZONTLA "	KM 1+100 CON 900 M . DE DESVIACIÓN DERCHA DEL CAMINO CUACUILA - XALTEPEC	GRAVAS ARCILLOSAS	SUBRASANTE	DISGREGADO Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 3"
5	"TRITURADOS SAN RAMON"	KM . 13+000 CON 1,200 M . DE DESV. IZQ. DE LA CARR. DOS CAMINOS - OCOMANTLA .	ROCA CALIZA	BASE HIDRÁULICA	TRITURACIÓN PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 1 1/2"
5	"TRITURADOS SAN RAMON"	KM . 13+000 CON 1,200 M . DE DESV. IZQ. DE LA CARR. DOS CAMINOS - OCOMANTLA .	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	CARPETA ASFÁLTICA	DOSIFICADO A TAMAÑO MÁXIMO 3/4"
6	"SAN MARCOS"	KM . 143+700 CON 600 M . DE DESV. DER. DE LA CARR. FED. PACHUCA - TUXPAN.	GRAVA -ARENA DE RIO	BASE HIDRÁULICA	TRITURACIÓN PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO 1 1/2"
7	"CACALANGO"	KM 109+000 LA DO IZQUIERDO DE LA CARRETERA FEDERAL MEXICO-NAUPAN	GRAVA -ARENA DE RIO	GRAVA P/CONCRETO HID.	TRIT. PARC. Y CRIB. POR MALLAS 1 1/2"-No.4
			ARENA DE RIO	ARENA P/CONCRETO Y MORTERO HID.	CRIBADO POR MALLAS No.4 (ARENA CONC.) Y MALLA No.8 (MORTERO)
8	"CUAHUEYATLA "	KM . 13+340 CON 3,500 M . DE DESVIACIÓN ADELANTE DEL CAMINO EN ESTUDIO	AGUA DE RÍO	MAMPOSTERÍA Y COMPACTACIONES	PROPIEDAD FEDERAL

Imagen 15. Croquis de localización de los bancos para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

### III.2.6 Obras inducidas

Actualmente como se puede observar en los reportes fotográficos de los caminos se encuentran obras las cuales tendrán que ser removidas o reubicadas para poder cumplir con el ancho del proyecto, en la siguientes Tabla 27 y Tabla 28 se enlistan las obras que se ejecutarán.

Tabla 27. Tipo y cantidad de obras inducidas del camino Cuacuila-Xaltepec.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
DEM014	DEMOLICIÓN A MANO DE MURO DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRASA	m <sup>3</sup>	41.27
DEM020	DEMOLICIÓN DE MURO DENOMINADO MURO TIPO GABION, INCLUYE RESCATE DE MALLA PARA SU REUTILIZACIÓN, INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO TY MANO DE OBRA.	m <sup>3</sup>	83.28

Tabla 28. Tipo y cantidad de obras inducidas del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuicuatla.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
REUBPOSTELE	REUBICACIÓN DE POSTE DE CFE EN BAJA TENSIÓN	PZA	10.00
3060 18	INCREMENTO O RENIVELACIÓN DE POZO DE VISITA TIPO COMÚN O ESPECIAL POR CADA 25 CMS. NO INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BROCAL Y TAPA.	PZA	2.00
DEM009	DEMOLICIÓN A MANO DE CONCRETO SIMPLE EN FIRMES, PISOS, BANQUETAS Y GUARNICIONES.	m <sup>3</sup>	4,427.04
DEM014	DEMOLICIÓN A MANO DE MURO DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA BRASA	m <sup>3</sup>	144.91
RETALAMP	RETIRO DE ALAMBRE DE PÚAS DE CERCAS, RECUPERANDO MATERIAL O DESECHÁNDOLO, INCLUYE HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y EQUIPO MENOR.	ML	187.73

### III.3 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Esta etapa se ejecutará una vez finalizada la etapa de construcción, dentro de esta se comprende el desmantelamiento de las obras provisionales, limpieza del área y retiro de maquinaria y equipo:

- Desmantelamiento de las obras provisionales: dentro de esta actividad se realizará el retiro de las obras que se colocaron de manera provisional, dejando en condiciones mejores a las encontradas en los sitios ocupados. Se demolerán las estructuras provisionales como planchas de concreto hidráulico o albañilería los desperdicios serán dispuestos con empresas recicladoras. Una vez retirado cualquier material se llevarán a cabo medidas de mitigación descritas en el capítulo VI.
- Limpieza del área: previo al retiro total del sitio se realizará la limpieza dentro del derecho de vía de cada camino para asegurarse de recolectar cualquier material o residuo de la obra, así mismo de la basura que pudiera encontrarse en mala disposición, esta será dispuesta en los contenedores correspondientes para su disposición final.
- Retiro de maquinaria y equipo: debido a que las áreas de trabajo se encuentran comunicadas se utilizarán los caminos existentes para retirar la maquinaria y el equipo utilizado, incluyendo el señalamiento de protección de obra, quedando libre el paso a los vehículos.

### III.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### III.4.1 Operación

Una vez finalizada la obra se abrirán los caminos en su totalidad para el uso correspondiente de los vehículos (Tabla 29), los caminos se podrán utilizar los 365 días del año sin problemas de encharcamientos y reduciendo los riesgos de accidentes, sin embargo, quedará bajo responsabilidad del usuario el seguimiento de la señalética colocada, así como de

la velocidad. Los caminos están diseñados para su uso a una velocidad máxima de 30 km/h con un tiempo de vida útil de 15 años.

Tabla 29. Clasificación vehicular por camino.

Clasificación vehicular	Camino Cuacuila-Xaltepec	Camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuetla
	TDPA: 507 vhs	TDPA: 500 vhs
A2	51.2 %	49.4 %
A'2	36.6%	37.0 %
B2	03.7%	02.5 %
C2	04.9%	06.2 %
C3	03.7%	04.9 %

### III.4.2 Mantenimiento

El mantenimiento de las carreteras está regulado por la Normativa para la Infraestructura del Transporte, en su apartado de conservación, el cual, se divide en:

- Trabajos de conservación rutinaria
- Trabajos de conservación periódica
- Trabajos de reconstrucción

#### Trabajos de conservación rutinaria

En las obras de drenaje menor y complementarias, la conservación rutinaria consiste en trabajos de limpieza de cunetas, alcantarillas, lavaderos, etc., con el objetivo de retirar el azolve, vegetación, basura, fragmentos de roca y todo material que se acumule en las estructuras, con el propósito de restituir su capacidad y eficiencia hidráulica.

En el pavimento los trabajos de conservación rutinaria son:

La limpieza de la superficie de rodadura y acotamientos (normativa vigente N.CSV.CAR.2.02.001), mediante actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario. La limpieza puede efectuarse de manera general sobre el pavimento o local cuando ésta sea motivada por accidentes o derrumbes, entre otros.

Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas (normativa vigente N.CSV.CAR.2.02.002), consiste en el conjunto de actividades necesarias para sellar grietas de hasta 1 cm de abertura, que se manifiesten en forma aislada en carpetas asfálticas, con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos extraños y del agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando así la consecuente pérdida de resistencia, degradación o deterioro.

Bacheo superficial aislado (normativa vigente N.CSV.CAR.2.02.003), se realiza para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua. Se considera bacheo aislado cuando las áreas afectadas tengan una extensión menor de 100 m<sup>2</sup>, por cada 7000 m<sup>2</sup> de pavimento.

Bacheo profundo aislado (normativa vigente N.CSV.CAR.2.02.004), se realiza para reponer una porción de pavimento asfáltico que presenta daños como deformaciones y oquedades por desprendimiento o desintegración, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando las capas subyacentes del pavimento se encuentran en condiciones

inestables o con exceso de agua. Se considera bacheo aislado cuando las áreas afectadas tengan una extensión menor de 100 m<sup>2</sup>, por cada 7000 m<sup>2</sup> de pavimento.

Sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico (normativa vigente N.CSV.CAR.2.02.005), se realiza para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, así como de prevenir la infiltración del agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia, así como la degradación o deterioro de dicha estructura o de la grieta o junta en sí, debido a la concentración de esfuerzos.

Para el señalamiento y dispositivos de seguridad, los trabajos de conservación rutinaria se basan en:

Reposición de marcas en el pavimento (normativa vigente N.CSV.CAR.2.05.001), se realiza para reponer las marcas del señalamiento horizontal sobre el pavimento, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad en lo que a señalamiento se refiere. Estas marcas pueden ser rayas, símbolos o letras, que se aplican con pintura convencional o termoplástica, o bien pueden estar formadas por materiales plásticos preformados, adheridos a la superficie de pavimento utilizando adhesivos.

Reposición de marcas en guarniciones (normativa vigente N.CSV.CAR.2.05.002), se delinear pintando tanto su cara vertical como la horizontal, utilizando normalmente pintura convencional.

Reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura (normativa vigente N.CSV.CAR.2.05.003)

Limpieza de vialetas y botones (normativa vigente N.CSV.CAR.2.05.004)

Limpieza de señales verticales (normativa vigente N.CSV.CAR.2.05.005)

### Trabajos de conservación periódica

En las obras de drenaje y complementarias, la conservación periódica se basa en actividades de reparación de los sistemas hidráulicos mediante:

Reparación de cunetas (normativa vigente N.CSV.CAR.3.01.001), se realiza para reparar deterioros como grietas, oquedades, socavaciones, ondulaciones por dilatación, erosión de la superficie del zampeado, entre otros, con el propósito de restituir las condiciones originales de operación de estos elementos de drenaje.

Reparación de alcantarillas (normativa vigente N. CSV.CAR.3.01.003), se realiza para reparar deterioros como grietas, oquedades, socavaciones en el fondo del cauce y erosión de la superficie de zampeado, entre otros, con el propósito de restituir las condiciones originales de operación de estos elementos de drenaje.

Reparación de lavaderos (normativa vigente N. CSV.CAR.3.01.005), se realiza para reparar deterioros como grietas, oquedades y socavaciones, tanto en la plantilla o apoyos de los lavaderos, como en los taludes de los terraplenes, con el propósito de restituir las condiciones originales de operación de estos elementos de drenaje.

Reposición de bordillos y reparación de guarniciones (normativa vigente N. CSV.CAR.3.01.006), mediante el conjunto de actividades que se realizan para reemplazar los bordillos, cuando esté plenamente justificada su permanencia mediante la evaluación previa, así como para reparar las guarniciones, con el propósito de restituir las condiciones originales estos elementos.

Para el pavimento los trabajos de conservación periódica serán el recorte de carpetas asfálticas como preparación para la renovación parcial de la estructura del pavimento y en su caso, la colocación de una nueva capa de rodadura:

1. Recorte de carpetas asfálticas (normativa vigente N.CSV.CAR.3.02.007), mediante la remoción de la carpeta asfáltica por medios mecánicos, a la profundidad, ancho y sección requeridos, a fin de reponer parcialmente la estructura del pavimento y en su caso, la capa de rodadura.
2. Recuperación en caliente de carpetas asfálticas (normativa vigente N.CSV.CAR.3.02.008/03), se realiza para desintegrar superficialmente la carpeta asfáltica por medios mecánicos y con aplicación de calor; remezclar el material recuperado con o sin la adición en el lugar de materiales pétreos nuevos, materiales asfálticos, cal, cemento portland u otros; tender y compactar el material recuperado para formar una nueva carpeta o una base asfáltica.

En el señalamiento las actividades de conservación periódica se basan en actividades de reposición de las señales que han sufrido algún tipo de daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones de seguridad en lo que a señalamiento se refiere.

### Trabajos de reconstrucción

Para las obras de drenaje y complementarias los trabajos de reconstrucción se basan en reparaciones mayores de las estructuras. En los pavimentos las actividades de reconstrucción se ejecutan mediante el retiro de la carpeta, base y súbbase por medios mecánicos, a fin de sustituirlas por otras nuevas.

En el señalamiento y dispositivos de seguridad, se realiza la reposición total de vialetas y botones (normativa vigente N.CSV.CAR.4.05.001) y la reposición total de señalamiento vertical (normativa vigente N.CSV.CAR.4.05.002), para reponer las señales que han perdido su capacidad de retrorreflexión o han sufrido algún tipo de daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones de seguridad en lo que a señalamiento se refiere. También se realiza la reposición total de defensas (normativa vigente N.CSV.CAR.4.05.003/02), para reponer las que presenten deterioros o daños provocados por impactos o corrosión, entre otros, con el propósito de restituir las condiciones originales de estos elementos.

## IV. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Durante las distintas etapas se generarán residuos peligrosos y no peligrosos los cuales serán dispuestos y manejados de manera correcta.

Con respecto al manejo, traslado y disposición final de los residuos peligrosos se contratará una empresa autorizada por SEMARNAT para dicha actividad el Promovente previo al inicio de la obra se dará de alta como generador de residuos peligrosos, cumpliendo con el artículo 151 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, LGEEPA:

***ARTÍCULO 151.-** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.*

*Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.*

*En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reuso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.*

*Artículo reformado DOF 13-12-1996*

El contratista debe tener en cuenta que todos los residuos sólidos y líquidos que por sus propiedades físicas y químicas cuenten con las características de peligrosidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, serán manejados de acuerdo con lo establecido en el Capítulo IV del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, artículos 82, 83 y 84:

**Artículo 82.-** *Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:*

- I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:*
  - a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;*
  - b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;*
  - c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;*
  - d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;*
  - e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;*
  - f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;*
  - g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;*
  - h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y*
  - i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.*
- II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:*
  - a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;*

- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

**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 provisiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

**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.

Fuente	Residuo no peligroso	Residuo peligroso	Manejo especial	Manejo y disposición final
Maquinaria y equipo	---	Sólidos: estopas, cartones, contenedores contaminados; piezas inservibles. Líquido: aceite quemado. Gases	Sólidos: neumáticos, empaques	Residuo peligroso: empresa autorizada. Manejo especial: empresas recicladoras.



Fuente	Residuo no peligroso	Residuo peligroso	Manejo especial	Manejo y disposición final
Trabajadores	Sólido: materia orgánica, heces fecales, orina	---	Sólidos: PET, envases de vidrio, envases de plástico, latas.	Residuo no peligroso: relleno sanitario. Manejo especial: empresas recicladoras.
Desmante	Sólido: ramas, troncos, hojarascas.	---	---	Reutilización en otras etapas.
Despalme	---	---	Sólido: suelo orgánico	Reutilización en otras etapas.
Terracerías	---	Sólidos: suelo contaminado	Sólido: suelo, material pétreo	Residuo peligroso: empresa autorizada. Manejo especial: banco de tiro.
Obras de drenaje	Sólidos: madera, papel.	---	Sólido: concreto armado, concreto limpio, madera, varillas, empaques, clavos.	Residuo no peligroso: relleno sanitario. Manejo especial: empresas recicladoras.
Pavimentos	---	Gases	---	
Señalamiento	---	Sólido: material contaminado	Líquido: residuos de pintura Sólido: material contaminado	Residuo peligroso: empresa autorizada.
Obras inducidas	---	Sólidos: suelo contaminado	Sólidos: concreto limpio, concreto armado, mampostería, alambre de púas.	Residuo peligroso: empresa autorizada. Manejo especial: empresas recicladoras.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Desarrollo Económico Social, Regional para el estado de Puebla 2019-2024:  
<https://planeader.puebla.gob.mx/Home/ProgramasRegionales>

Gobierno del Estado de Puebla: [www.puebla.gob.mx](http://www.puebla.gob.mx)

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Normativa para la infraestructura del transporte: <https://normas.imt.mx/>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

# Capítulo III

## Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

### CONTENIDO

I.	Introducción.....	3
II.	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). Última Reforma Publicada DOF 24-12-2020.....	3
III.	Procedimiento de la vinculación con los tratados y convenios de los cuales México es signatario, aplicables al proyecto .....	4
III.1	Convenio RAMSAR (Irán, 1971).....	4
III.2	Convención Ramsar relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Ramsar (Irán) 2 de febrero de 1971. Compilación de Tratados de las Naciones Unidas No. 14583 Modificada según el Protocolo de París el 3 de diciembre de 1982, y las Enmiendas de Regina el 28 de mayo de 1987	6
IV.	Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los Tres Niveles de Gobierno .....	12
IV.1	Leyes Federales.....	12
IV.1.1	Ley de Planeación. Última Reforma Publicada DOF 16-02-2018 .....	12
IV.1.2	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última Reforma Publicada DOF 05-06-2018	12
IV.1.3	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Última Reforma Publicada DOF 13-04-2020.....	14
IV.1.4	Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH). Última Reforma Publicada DOF 09-04-2012 .....	16
IV.1.5	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última Reforma Publicada DOF 19-01-2018.....	16
IV.1.6	Ley General de Vida Silvestre (LGVSV). Última Reforma Publicada DOF 19-01-2018.....	18
IV.2	Leyes supletorias .....	20
IV.2.1	Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF). Última Reforma Publicada DOF 01-12-2020	20
IV.2.2	Ley de Vías Generales de Comunicación (LVGC). Última Reforma Publicada DOF 09-abr-2012.....	21
IV.3	IV.2.1. Leyes Estatales .....	21
IV.3.1	Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla (LPANDSEP) Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado Puebla 18 /09/ 2002, reforma 29 /08/ 2012	21



V.	Vinculación con los programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otras zonificaciones prioritarias para la conservación y regulación del uso del suelo .....	22
V.1	Fundamento Jurídico Administrativo del Ordenamiento Ecológico .....	22
V.1.1	Acuerdo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Publicado en el DOF el viernes 07 de septiembre de 2012.....	23
V.1.2	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Publicado en el DOF: viernes 07 de septiembre de 2012 .....	23
V.1.3	Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) del Estado de Puebla .....	28
VI.	Áreas Naturales Protegidas.....	29
VII.	Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) .....	31
VII.1	Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad .....	32
VIII.	Programas de Desarrollo Sustentable.....	33
VIII.1	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND). 30-03-2019 .....	34
VIII.1.1	Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 .....	34
VIII.1.2	Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Puebla .....	34
VIII.1.3	Desarrollo Regional Estratégico Región 2 - Huauchinango.....	35
IX.	Normas Oficiales Mexicanas (NOM).....	36
IX.1	Normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) .....	36
IX.1.1	En materia de flora y fauna.....	36
IX.1.2	En materia de suelos.....	37
IX.1.3	En materia de residuos.....	38
IX.1.5	En materia de emisiones a la atmósfera .....	38
IX.1.4	En materia de contaminación por ruido .....	38
IX.2	Normas de Construcción (IMT).....	39
X.	Análisis integral de la viabilidad del proyecto .....	40
XI.	Bibliografía.....	41

## I. INTRODUCCIÓN

---

Las normas ambientales de carácter federal y estatal que se vinculan con las obras y/o actividades que el proyecto propone, se analizaron a la luz de las características de este en relación con los lineamientos establecidos en el articulado de cada una de las disposiciones jurídicas aplicables. Para ello, fue necesario conocer primeramente la ubicación, dimensión, características y alcance de los trabajos a desarrollar; en segundo lugar, identificar las condiciones actuales del medio biótico, abiótico y antrópico de la región o zona donde se pretende la realización de este.

Derivado de lo anterior, el análisis que del cuerpo jurídico contenido en las leyes se presenta en el actual capítulo III permite identificar y determinar el grado de concordancia que el proyecto tiene con los diferentes instrumentos normativos y de planeación aplicables al mismo, sustentando con ello la viabilidad y soporte jurídico del propio proyecto.

Siendo así, en primer lugar, se presenta lo relacionado de la Carta Magna de México y su conexión con las disposiciones jurídicas aplicables al proyecto.

## II. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM). ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-12-2020

---

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Capítulo I De los Derechos Humanos y sus Garantías, Art. 4 Párrafo Quinto y Art. 27 Párrafo Tercero; Título Tercero, Capítulo II Del Poder Legislativo, Sección III De las Facultades del Congreso, Art. 73 fracción XXIX-G

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos incluye derechos de carácter social, como el derecho a un medio ambiente adecuado que el Estado debe garantizar a los mexicanos, dispone que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana; en consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y para evitar la destrucción de los elementos naturales. Por lo tanto, a través del congreso de la unión, se expedirán leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

DERIVADO DE LO ANTERIOR, a razón de que la Carta Magna es precursora de las disposiciones reglamentarias en materia ambiental, el proyecto deberá presentar la observancia, entre otros, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo forestal sustentable (LGDFS), la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH).

Por lo anteriormente fundado y motivado, a continuación, se desarrolla la observancia realizada a los instrumentos jurídicos aplicables al proyecto. Iniciando primeramente con los tratados y convenios internacionales de la que es parte México; en segundo término, las leyes y reglamentos de carácter federal y estatal; en tercer orden, con los ordenamientos ecológicos aplicables, lo concerniente a las áreas naturales protegidas de competencia federal y/o estatal, áreas de importancia Biológica y, como último punto, las Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT y la normatividad que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) define para la construcción de vías generales de comunicación.

### III. PROCEDIMIENTO DE LA VINCULACIÓN CON LOS TRATADOS Y CONVENIOS DE LOS CUALES MÉXICO ES SIGNATARIO, APLICABLES AL PROYECTO

---

#### III.1 CONVENIO RAMSAR (IRÁN, 1971).

La Convención de RAMSAR es un instrumento de acuerdos y políticas de cooperación internacional, el cual, no considera ni prevé sanciones por incumplimiento de los compromisos contraídos, no obstante, sus disposiciones y acuerdos son de carácter solemne y descansan en la responsabilidad común de los países firmantes. Así mismo, el no cumplir con las disposiciones contraídas puede dar lugar a incomodidades diplomáticas en los medios internacionales, e impedirá a la parte incumplidora el aprovechamiento de salvaguardias y marcos de apoyo mutuo.

En base a lo antes suscrito, es necesario suscribir la vinculación correspondiente del sitio RAMSAR con respecto a la ejecución del proyecto.

Dentro de la ubicación de la superficie que interactúa en la zona, se encuentra el Sitio RAMSAR Oasis Sierra La Giganta, el cual a continuación se describen las características por la cual se le dio la clasificación de área de protección en los convenios RAMSAR.

Criterios por los CUALES INGRESA COMO SITIO RAMSAR 1796 Sistema de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrológica del Río Necaxa.

Este sitio se inscribió a la lista Ramsar ya que se integra en los criterios 2, 3 y 4 de la convención, principalmente porque en el sitio se encuentran diversas especies bajo protección especial, amenazadas o en peligro de extinción, sustenta especies migratorias, así como otras especies animales importantes que encuentran sustento en los humedales como puntos clave de parada para alimentarse y descansar.

El sitio esta compartido por 5 represas contenidas dentro de la cuenca hidrográfica del río necaxa con un territorio compartido con los estados de Puebla e Hidalgo: La Laguna, Omitemetl, En Casa, Tenango y Nexapa. Las 1541.4 has totales de los humedales se encuentran ubicadas dentro del área de protección de recursos naturales Zona Forestal Vedada "Cuenca Hidrológica del Río Necaxa, en general presenta vegetación de tipo de bosque templado y son importantes fuentes de captación de agua y regulación ambiental. Debido a la disposición de red de represas, ésta funciona como un corredor para las aves acuáticas y semiacuáticas que las visitan durante la temporada invernal.

Tipo de humedal

Continental: M N Y

Artificial: 6

Tipo dominante: 6 y M/N/Y

Para las represas La Laguna (Tejocotal) y Los Reyes, la vegetación circundante está compuesta principalmente por comunidades forestales principalmente reforestaciones monotípicas de bosque de pino implementadas para controlar el aporte de sedimentos hacia las presas. En el caso particular de la represa Los Reyes se observan mayores áreas de zonas de cultivo, principalmente maíz en la parte opuesta, lo que representa aproximadamente un 40 % de áreas alteradas contra un 60 % de zonas boscosas.

En cuanto a la fauna en general se muestran tres eventos de actividad notoria durante el año: Presencia de aves migratorias en la temporada invernal (noviembre a febrero), gran actividad de anidación y crianza de aves y la puesta de huevos de anfibios principalmente de ranas de los géneros Hyla y Rana en el verano y la aparición de juveniles y adultos de estos anfibios además del incremento de la presencia de serpientes acuáticas en otoño.

Las represas Tenango y Nexapa presentan bosques naturales mixtos de pino-encino y zonas reforestadas de pino. Los procesos ecológicos generales son similares a los de las represas La Laguna y Los Reyes y la altitud con respecto a estas últimas varía en casi mil metros.

La represa Necaxa es un caso particular debido a que se encuentra en una zona de transición entre el bosque templado y el bosque mesófilo de montaña por lo que, aunque presenta una predominancia del bosque de pino encino, manifiesta de igual forma elementos del bosque de niebla. Las variaciones estacionales evidentes son principalmente las referentes a temperatura y la cantidad de lluvia que se presenta en primavera y verano.

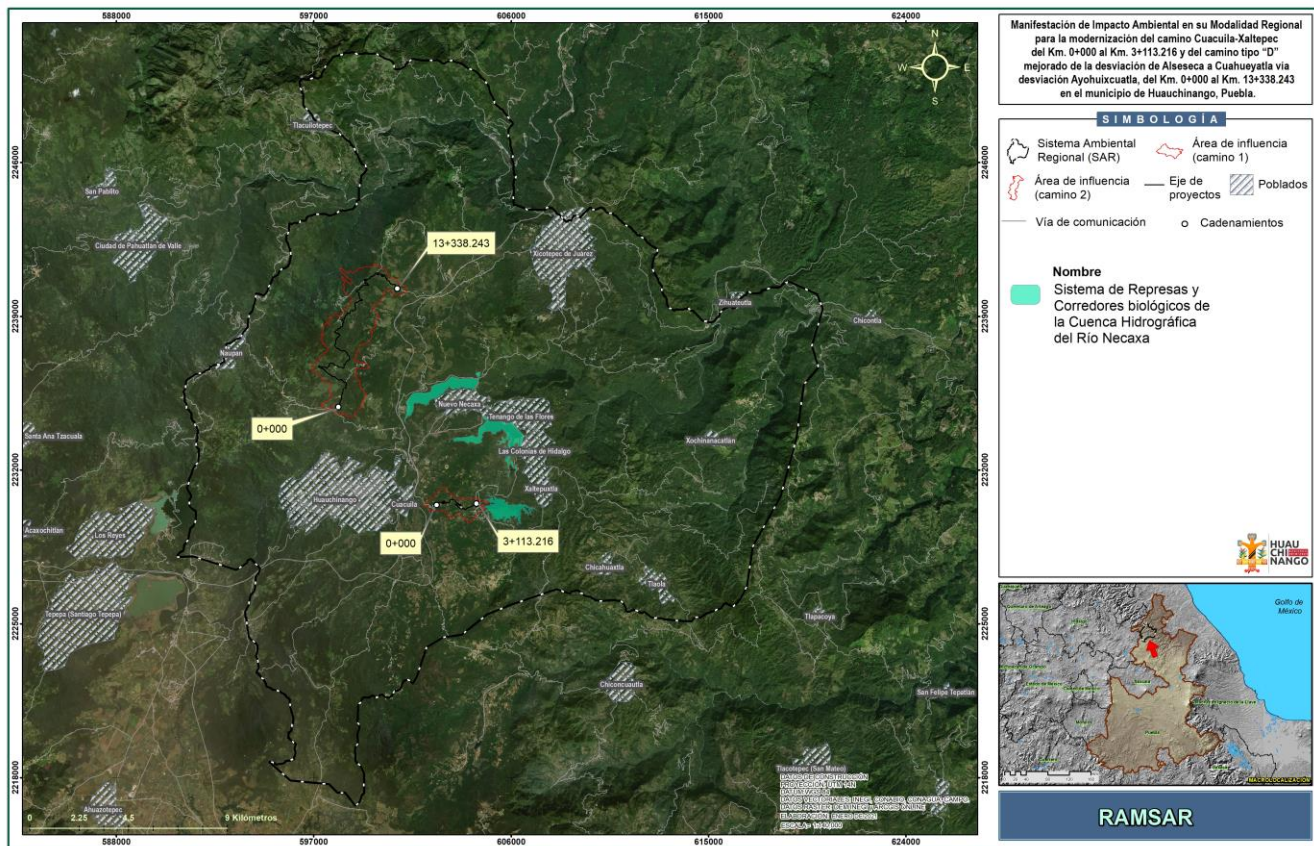


Imagen 1. Ubicación del proyecto con respecto al sitio RAMSAR

El proyecto que se pretende realizar de modernización del camino Cuacuilá-Xaltepec del Km. 0+000 al Km. 3+113.216 y del camino tipo "D" mejorado de la desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla, del Km. 0+000 al Km. 13+338.243 en el municipio de Huauachinango, Puebla, se encuentra el sitio Ramsar dentro del Sistema Ambiental Regional, tal y como se aprecian en ilustración pasada.

### **III.2 CONVENCIÓN RAMSAR RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS. RAMSAR (IRÁN) 2 DE FEBRERO DE 1971. COMPILACIÓN DE TRATADOS DE LAS NACIONES UNIDAS NO. 14583 MODIFICADA SEGÚN EL PROTOCOLO DE PARIS EL 3 DE DICIEMBRE DE 1982, Y LAS ENMIENDAS DE REGINA EL 28 DE MAYO DE 1987**

La convención RAMSAR, desde su inicio a la fecha, ha llevado a cabo una serie de Conferencias de las Partes. De ellas han emanado un sinnúmero de recomendaciones y/o resoluciones para ORIENTAR a las Partes Contratantes a implementarlas para cumplir con el objetivo de “Uso Racional” de los humedales.

Uso racional. El uso racional de los humedales se define como “el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible; por consiguiente, la conservación de los humedales, así como su uso sostenible y el de sus recursos, se hallan en el centro del “Uso Racional” en beneficio de la humanidad.

El texto de la Convención de RAMSAR establece 12 ARTÍCULOS a seguir para cumplir con los compromisos adquiridos por las Partes Contratantes y que dio origen a este tratado intergubernamental.

Artículos vinculables con el proyecto son:

ARTICULO 1.1. A los efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

VÍNCULO CON EL PROYECTO.

El humedal “Sistema de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrológica del Río Necaxa.” identificado en la zona de estudio presenta las características únicas tal y como se establece este artículo, para considerarse como Sitio RAMSAR.

ARTICULO 2.3. La inclusión de un humedal en la Lista se realiza sin perjuicio de los derechos exclusivos de soberanía de la Parte Contratante en cuyo territorio se encuentra dicho humedal

VÍNCULO CON EL PROYECTO.

Con lo que este apartado artículo establece, la Convención RAMSAR no interviene en la facultad de las Partes, en este caso de México, para administrar libremente los humedales establecidos en su territorio; sin embargo, se presenta la MIA-R del proyecto ante las autoridades correspondientes (SEMARNAT-DGIRA) para ser sometida al Procedimiento de Evaluación en Impacto Ambiental (PEIA), en cumplimiento a lo que establece el REIA de la LGEEPA.

ARTICULO 3.1. Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.

VÍNCULO CON EL PROYECTO.

Conforme a lo que establece este apartado, México cuenta con disposiciones jurídicas en materia ambiental para regular las obras y/o actividades que involucren y/o intervengan en los humedales establecidos en el país; estando entre ellas, la

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), los Ordenamientos Ecológicos, Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Normas Oficiales Mexicanas.

ARTICULO 3.2. Cada Parte Contratante tomará las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales en su territorio e incluidos en la Lista, y que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre. Las informaciones sobre dichas modificaciones se transmitirán sin demora a la organización o al gobierno responsable de las funciones de la Oficina permanente especificado en el Artículo 8.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO.

El proyecto pretende la modernización de una vía de comunicación existente, el humedal se encuentra ubicado dentro del SAR. Sin embargo, la ejecución del mismo no modificará las condiciones ecológicas actuales que ahí se tienen, por el contrario, con el conjunto de medidas de mitigación y de compensación que se proponen en el contenido del capítulo VI de la MIA-R se pretende contribuir a mejorar las comunicaciones entre comunidades apartadas, reducir los tiempos de traslado entre otros.

ARTICULO 4.1. Cada Parte Contratante fomentará la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos, estén o no incluidos en la Lista, y tomará las medidas adecuadas para su custodia.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO.

El proyecto plantea la modernización de dos caminos rurales existentes, de igual forma, considera contribuir a la conservación del lugar se proponen medidas de prevención, de mitigación y de compensación (comprendidas en programas ambientales), todas ellas, orientadas a contribuir con la misión de la convención: "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

El Plan Estratégico de RAMSAR para 2009-2015 (RESOLUCIÓN X.1-2008 y RESOLUCIÓN XI.3-2012 Ajustes al Plan para el trienio 2013-2015))

MISIÓN DE LA CONVENCIÓN: "La conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo". (RESOLUCIÓN X.1-2008). "A fin de cumplir esta Misión es esencial que los servicios de los ecosistemas vitales, y sobre todo los relacionados con el agua y los proporcionados por los humedales a través de su infraestructura natural a las personas y la naturaleza, sean reconocidos, mantenidos y restaurados plenamente y utilizados de forma racional." (RESOLUCIÓN XI.3 de la COP11 Ajustes).

El Plan Estratégico para 2009-2015 establece cinco "objetivos" (el USO RACIONAL DE LOS HUMEDALES, el desarrollo de la Lista de Humedales de Importancia Internacional, la cooperación internacional, la capacidad de ejecución y las adhesiones a la Convención) que actualmente se centran estrictamente en 28 "estrategias" que corresponden a las prioridades más acuciantes para la mayoría de las Partes conforme a un consenso general.

Para la vinculación jurídica del proyecto se consideró el objetivo 1 de uso racional y las siguientes estrategias:

OBJETIVO 1. USO RACIONAL. Trabajar en pos de la consecución de un Uso Racional de todos los humedales garantizando que todas las Partes Contratantes desarrollen, adopten y utilicen las medidas y los instrumentos necesarios y adecuados, con la participación de la población local indígena y no indígena y haciendo uso de los conocimientos tradicionales, asegurando al mismo tiempo que la conservación y el uso racional de los humedales contribuyan a la erradicación de la



pobreza, a la mitigación del cambio climático y la adaptación a él, así como a la prevención de enfermedades y desastres naturales.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Acorde a lo que establece el objetivo 1, el proyecto propone Medidas de Restauración y de Compensación para contribuir a la conservación y al uso racional del sitio RAMSAR, de esta forma, se cumple con las disposiciones jurídicas ambientales del país (México), como son, la LGEEPA, la LGVS, la LGDFS y las NOM.

ESTRATEGIA 1.3. POLÍTICA, LEGISLACIÓN E INSTITUCIONES. Diseñar y aplicar políticas, leyes y prácticas, inclusive la creación y fomento de las instituciones adecuadas, en todas las Partes Contratantes a fin de lograr que se apliquen eficazmente las disposiciones de la Convención relativas al uso racional.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

México cumple con lo que establece esta estrategia, ya que actualmente se tienen disposiciones jurídicas ambientales para regular las obras y/o actividades que se pretendan ejecutar en sitios RAMSAR, entre estas se encuentran la LGEEPA, la LGSFS y la Ley General de Vida Silvestre y sus respectivos Reglamentos. En el contenido del presente capítulo III de la MIA-R presenta la observancia de estas disposiciones normativas.

ESTRATEGIA 1.8. RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES. Determinar los humedales y sistemas de humedales prioritarios cuya restauración o rehabilitación sería provechosa y reportaría beneficios ambientales, sociales o económicos a largo plazo, y aplicar las medidas necesarias para restablecerlos.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Para contribuir al objetivo que persigue esta estrategia el proyecto propone la ejecución de medidas de restauración y compensación, en los sitios donde se ejecutara el proyecto, con la intención mejorar el ecosistema presente y obtener beneficios ambientales a largo plazo.

POR OTRA PARTE, es importante indicar que la Convención RAMSAR ha emitido resoluciones y recomendaciones para orientar a las Partes Contratantes a implementarlas para cumplir con el objetivo de "uso racional" de los humedales. Por ello, a continuación, se presenta el vínculo de algunas de ellas, por considerar que dichas orientaciones deben ser tomadas en cuenta para la implementación de medidas de prevención, de mitigación y de compensación que deben acompañar al proyecto

#### RECOMENDACIONES Y/O RESOLUCIONES EMANADAS DE LA CONVENCIÓN RAMSAR

Algunas de las recomendaciones y/o resoluciones que se analizaron y que son aplicables a las obras y/o actividades que el proyecto pretende son las siguientes:

RESOLUCIÓN X.17 Evaluación del Impacto Ambiental y Evaluación Ambiental Estratégica: Orientaciones Científicas y Técnicas Actualizadas

10ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales "Humedales Sanos, Gente Sana" (Ramsar, Irán, 1971) Changwon (República de Corea), 28 de octubre al 04 de noviembre de 2008

Acorde a lo que esta resolución dictamina, las directrices establecidas en ellas están dirigidas a una mejor integración de consideraciones relacionadas con la diversidad biológica dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental. Están destinadas para asistir a las autoridades nacionales, autoridades regionales u organismos internacionales como corresponda para mejorar la incorporación de consideraciones relacionadas con la diversidad biológica durante tal

evaluación, en donde se puede hacer una mejora muy importante del sistema de evaluación del impacto ambiental. Se centran en cómo promover y facilitar el proceso de evaluación del impacto ambiental de la diversidad biológica.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Considerando que forma parte de la Convención de RAMSAR desde 1986, desde el 28 de enero de 1988, México a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) regula las obras y actividades que por su ubicación, dimensión, características y alcance puedan ocasionar impactos significativos y/o residuales al medio ambiente. La LGEEPA establece que los promotores de proyectos deberán someter la realización de obras y actividades a una evaluación de impacto ambiental, con el objetivo de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, incluyendo los componentes biológicos, que se pueden derivar del desarrollo de actividades y obras de desarrollo. Además, establece las medidas relativas a responsabilidad y reparación por daños a la diversidad biológica y se establece que toda persona que contamine o deteriore el ambiente, o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable.

Derivado de lo anterior, en cumplimiento a lo que establece la LGEEPA, el proyecto se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) a través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-DGIRA) por plantear la modernización de una vía general de comunicación existente, con cambio de uso de suelo en áreas forestales, todo esto, dentro de Área Natural protegida Cuenca Hidrológica del Río Necaxa, el cual se encuentra el Sistema de Represas y Corredores biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa como un Sitio RAMSAR, con el reconocimiento de la "Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Ramsar, Irán, 1971).

Es importante mencionar que la MIA-R se presenta cumpliendo con los 8 capítulos establecidos en el Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los cuales, presentan en su mayoría las características que prescribe esta resolución sobre el contenido de una evaluación de impacto ambiental.

Por lo anterior razonado, las obras y/o actividades que el proyecto plantea no contraviene lo estipulado en esta resolución, al contrario, da cumplimiento a una disposición jurídica ambiental de México como lo es la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y se ajusta al concepto de uso racional definida por la convención de RAMSAR como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible" al proponer un plan de manejo ambiental con las medidas de prevención, de restauración y de compensación para mitigar los impactos ambientales que se deriven por la ejecución del proyecto.

#### RESOLUCIÓN X.24 Cambio Climático y Humedales

10ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales "Humedales Sanos, Gente Sana" (Ramsar, Irán, 1971) Changwon (República de Corea), 28 de octubre al 04 de noviembre de 2008

La presente resolución induce a las Partes Contratantes de la Convención RAMSAR, entre estos México, a que se administren racionalmente los humedales para reducir las múltiples presiones que estos enfrentan e incrementen su capacidad de recuperación ante el cambio climático. Para ello, promueve adoptar medidas urgentes, en la mayor medida posible y dentro de las capacidades nacionales, para reducir la degradación, promover la restauración y mejorar las prácticas de manejo de las turberas y otros tipos de humedales que son importantes sumideros de gases de efecto invernadero, y fomentar la ampliación de sitios de demostración sobre el manejo dirigido a la restauración y el uso racional en relación con las actividades de mitigación del cambio climático y de adaptación a él

#### VINCULO CON EL PROYECTO

El proyecto además de la modernización de las vías de comunicación terrestre existentes, pretende la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación con la intención de contribuir y/o mejorar las circunstancias ambientales actuales del ecosistema y sus componentes como la hidrología, la flora y la fauna silvestre, a la vez que, con estas acciones se espera un aumento en la visita de aves.

POR LO ANTES EXPUESTO, el proyecto no presenta contradicción alguna con las orientaciones prescritas en este documento, al contrario, con la ejecución del plan de manejo ambiental que se plantea, se pretende contribuir al objetivo que persigue esta resolución de recuperación y de restauración por la degradación a la que se ven sometidos los humedales ante el cambio climático.

#### RESOLUCIÓN X.27 Humedales y Urbanización

10ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales “Humedales Sanos, Gente Sana” (Ramsar, Irán, 1971) Changwon (República de Corea), 28 de octubre al 04 de noviembre de 2008

Partiendo del hecho de que muchos humedales de entornos urbanos y periurbanos ya están degradados o están degradándose debido al avance de las poblaciones de los alrededores, la contaminación, el manejo inadecuado de los residuos y el relleno otros fenómenos, y el hecho de que esas actividades han disminuido los servicios de ecosistema que pueden prestar los humedales urbanos y el reconocimiento de su valor e importancia por parte de los encargados de la adopción de decisiones y las comunidades urbanas. Esta resolución exhorta a las Partes Contratantes con Sitios RAMSAR a prestar la atención debida a la importancia de sus humedales de entornos urbanos y periurbanos y tomar las medidas apropiadas para protegerlos, teniendo debidamente en cuenta las diferentes circunstancias nacionales en cada caso; esto es, con la finalidad de cumplir con los compromisos adoptados por las Partes Contratantes de conseguir el uso racional, en la medida de lo posible, de todos los humedales de su territorio y mantener las características ecológicas de los Sitios RAMSAR.

#### VINCULO CON EL PROYECTO

Considerando lo antes expuesto, el proyecto propone un plan donde mediante el cumplimiento de medidas de prevención, de mitigación y de compensación, las cuales están determinadas no solo al propósito de prevenir si no con la intención de mejorar positivamente las condiciones actuales que presenta el hábitat del Sitio RAMSAR involucrado. De esta forma, el proyecto da cumplimiento a lo que esta resolución establece al comprometerse a seguir las acciones que se proponen para la ejecución del proyecto y no encuentra incompatibilidad con los compromisos establecidos en esta resolución donde México es parte.

#### RESOLUCIÓN XI.9

Marco Integrado y Lineamientos para Evitar, Mitigar y Compensar las Pérdidas de Humedales

11ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención sobre los Humedales (RAMSAR, Irán, 1971) Bucharest, Rumania, 6 al 13 de julio de 2012

Acorde a lo que establece el presente documento, las resoluciones (orientaciones) y recomendaciones relativas a la mitigación y compensación de las pérdidas de humedales promueven como resultado preferido la evitación de la pérdida y la degradación de humedales. Tales resoluciones y recomendaciones indican la secuencia de tres pasos: primero, evitar la pérdida; segundo, si no es posible evitarla, mitigarla (o minimizarla); y tercero, compensar las posibles pérdidas residuales de los humedales. Asimismo, han reafirmado la idea de que la evitación de los impactos en los humedales debe ser la principal opción en todo proceso de adopción de decisiones sobre evaluaciones del impacto ambiental, manejo de humedales y cuencas hidrográficas, y actividades dirigidas a sectores específicos.

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Como consecuencia de los impactos ambientales detectados en la zona involucrada, el proyecto propone un conjunto de medidas de prevención, de mitigación y de compensación apropiadas para los impactos ambientales ya identificados y para los que se produzcan durante la ejecución de la obra. Siendo así, la modernización de los caminos NO contraviene las resoluciones y recomendaciones pronunciadas en las Reuniones que la Conferencia de las Partes ha llevado a cabo.

13ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención de Ramsar sobre los Humedales Humedales para un futuro urbano sostenible” Dubái, Emiratos Árabes Unidos, 21 a 29 de octubre de 2018

### Resolución XIII.7

que la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible incluye el ODS 6, “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” y la Meta 6.6, “De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”;

## VÍNCULO CON EL PROYECTO.

Con la implementación de medidas de mitigación, compensación, la ejecución del proyecto no contraviene con esta resolución, al contrario, ayudaría a la conservación de los ecosistemas relacionados con el agua, que incluyen bosques, montañas humedales, etc.

## CONCLUSIONES

La Convención RAMSAR es un tratado intergubernamental que inicialmente estaba propuesta concretamente a la conservación de las aves acuáticas mediante la creación de una red de refugios, pero fue evolucionando hasta que terminó centrándose en la conservación del hábitat de humedal. No constituye un régimen reglamentario – con todo, sus disposiciones constituyen un tratado solemne y en ese sentido tienen carácter obligatorio con arreglo al derecho internacional.

La Conferencia de las Partes Contratantes (COP) es el órgano rector de la Convención. Presta asistencia con la intención de salvaguardar su patrimonio de humedales al mismo tiempo que estas se esfuerzan por alcanzar sus objetivos de desarrollo y mejorar las vidas de sus pueblos. Cada tres años, los representantes de las Partes se reúnen para, entre otros, aprobar orientaciones dirigidas a una serie de problemas ambientales tradicionales y nuevos.

Al paso de los años ha aprobado un conjunto de orientaciones científicas, técnicas y normativas, las cuales, comprenden una amplia gama de temas y cumple con el doble fin de prestar asesoramiento técnico. Entre la gama de orientaciones relacionadas con el pilar del uso racional incluye asuntos de planificación clave como la elaboración de Políticas Nacionales de Humedales y el examen de leyes e instituciones nacionales a fin de plasmar los principios de uso racional de los humedales; asesoramiento práctico sobre los inventarios y el monitoreo de los humedales y normas para evaluar el impacto, entre otros.

Derivado de lo anterior, las resoluciones aquí mencionadas son solo algunas de las diversas que actualmente existen y, que encuentran relación directa con el proyecto por establecer orientaciones que pueden ser consideradas como medidas de prevención, de mitigación y de compensación durante la ejecución del proyecto.

Otro punto por considerar es lo que establece el punto 26 de la Resolución X.17 “evaluación del impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica: orientaciones científicas y técnicas actualizadas” y que a letra dice: “se deberá tener en cuenta que el hecho de no llevar a cabo un proyecto también puede, en algunos casos, tener efectos adversos en la diversidad biológica. En raros casos, los efectos adversos pueden ser más importantes que los impactos de una actividad propuesta (es decir, proyectos que contrarrestan procesos de degradación”).

En virtud de lo manifestado en el párrafo inmediato anterior, se determina en base al resultado obtenido del presente estudio de impacto ambiental que la ejecución del proyecto, por la ubicación, dimensiones, características y alcances no perjudicará y/o alterará el humedal.

POR LO ANTERIORMENTE FUNDADO, la ejecución del proyecto no encuentra incompatibilidad con los compromisos establecidos en estas resoluciones y adquiridos por México.

## **IV. CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO**

---

### **IV.1 LEYES FEDERALES**

#### **IV.1.1 Ley de Planeación. Última Reforma Publicada DOF 16-02-2018**

SOPORTE JURÍDICO: Capítulo Primero, Disposiciones Generales, Art. 1 Fracción III, 2 Fracción III; Capítulo Cuarto Plan y Programas, Art. 21 Párrafo Segundo y Art. 22

Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer las bases para que el ejecutivo federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable. La Ley de Planeación estará basada en la igualdad de derechos entre mujeres y hombres, la atención de las necesidades básicas de la población y la mejoría, en todos los aspectos de la calidad de la vida, para lograr una sociedad más igualitaria, garantizando un ambiente adecuado para el desarrollo de la población; el Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática. El Plan indicará los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deban ser elaborados conforme a este capítulo y observarán congruencia con el Plan, y su vigencia no excederá del periodo constitucional de la gestión gubernamental en que se aprueben, aunque sus previsiones y proyecciones se refieran a un plazo mayor.

OBSERVANCIA A LA LEY DE PLANEACIÓN:

Con fundamento a lo que establece esta disposición, el proyecto deberá hacer observancia y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son planes de desarrollo, programas de ordenamiento ecológico territorial, leyes, reglamentos, normas ambientales, etc.; en los cuales, deberán precisarse los objetivos, estrategias y prioridades de desarrollo integral y sustentable del país, así como, los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional que garanticen el desarrollo del país de forma sustentable e integral.

#### **IV.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última Reforma Publicada DOF 05-06-2018**

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo I, Normas Preliminares, Art. 1 fracción I, CAPÍTULO II, Distribución de Competencia y Coordinación, Artículo 5 fracción X; CAPITULO III, Política Ambiental, Artículo 15 fracción IV; Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental, Sección V Evaluación del Impacto Ambiental, Art. 28 Párrafo Primero fracciones I, VII y XI

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer, entre otras, las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Establece que es facultad de la federación la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Destaca así mismo que: “la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo obras y/o actividades enlistadas en el artículo 28 de esta ley, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría”.

Prescribe además que, “para obtener la autorización de las obras y/o actividades señaladas en 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”. Dispone, asimismo que “para la autorización de las obras y/o actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan la ley, su reglamento y las normas oficiales mexicanas, así como a los programas de desarrollo urbano y de ordenamientos ecológicos del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables”.

#### ***IV.1.2.1 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Última Reforma Publicada DOF 31-10-2014.***

SOPORTE JURÍDICO: Capítulo I, Disposiciones Generales, Art. 1; Capítulo II, De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, Art. 5 inciso B) Párrafo Primero, inciso O) fracción I; Capítulo III, Del procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental, Art. 9 Párrafos Primero y Segundo, Art. 10 fracciones I, Art. 11 fracciones I, Art. 13 y Art. 14.

El presente ordenamiento especifica que es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental a nivel federal. Define como cambio de uso de suelo la “modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación”.

Constituye que “quienes pretendan llevar a cabo obras y/o actividades, de las señaladas en el Artículo 5, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental”. “Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto”.

Asimismo, determina que “las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en la Modalidad Regional cuando se trate de parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas,

proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas”; además, refiere que “cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales, en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos”.

#### OBSERVANCIA A LA LGEEPA Y REIA:

El proyecto refiere obras y/o actividades consistentes en la modernización (ampliación) de dos vías generales de comunicación existentes, mismas que por su ubicación interviene en terrenos con vegetación forestal, lo que implica efectuar un cambio de uso de suelo de áreas forestales, en este caso, la vegetación correspondiente a vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña. Dichas obras y/o actividades se encuentran reguladas en materia de impacto ambiental por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28 refiere a la letra: “la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente”.

Por tanto, en cumplimiento a lo que establecen estas disposiciones federales se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su análisis correspondiente.

#### **IV.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Última Reforma Publicada DOF 13-04-2020**

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo I, Del objeto y aplicación de la ley, Art. 1; Capítulo II, De la terminología empleada en esta ley, Art. 7 fracciones V Bis, VI, XXXVIII Bis, XLII, XLIII y XLVIII; TÍTULO SEGUNDO De la Concurrencia y la Coordinación Interinstitucional Capítulo I De la Distribución de Competencias en Materia Forestal Art. 14 fracción XI, TÍTULO TERCERO, De la Política Nacional y la Planeación en Materia Forestal Capítulo I De los Criterios de la Política Forestal Art. 32 fracciones I, XI y XIV, TÍTULO CUARTO De los Procedimientos en Materia Forestal, Sección Primera De los Trámites en Materia Forestal Art. 68 fracción 1, Sección Séptima Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales Art. 93 Párrafos Primero, Segundo y Cuarto.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; prescribe las definiciones de “cambio de uso de suelo en terreno forestal, “terreno forestal, “terreno preferentemente forestal” y “vegetación forestal”.

Establece que corresponderá a la Secretaría otorgar, entre otros, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción. Las autorizaciones en materia forestal sólo se otorgarán a los propietarios de los terrenos y a las personas legalmente facultadas para poseerlos y usufructuarlos. Cuando la solicitud de una autorización en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido, comunidad o comunidad indígena sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria.

Se determina que la Secretaría solo 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. En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

Asimismo, señala que las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada 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.

#### **IV.1.3.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nuevo Reglamento DOF 09-12-2020**

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, De las Disposiciones Generales, Capítulo Único, Art. 1; Título Cuarto, De las Medidas de Conservación Forestal, Capítulo Segundo, Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales, Art. 120 y 121.

El presente ordenamiento tiene por objeto regular la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Establece que para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, junto a ésta solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

OBSERVANCIA A LA LGDFS Y REGLAMENTO:

El proyecto pretende para su desarrollo de obras y/o actividades que implican efectuar acciones de desmonte y despilme (remoción de vegetación forestal) para la modernización de dos caminos revestidos, a caminos tipo D. Lo antes expuesto, en materia forestal representa realizar un cambio de uso de suelo de áreas forestales, por la modificación de la vocación natural de la superficie a utilizar para ser destinado de forma definitiva a actividades no forestales, en este caso, por la instalación de una vía general de comunicación de modo permanente y, de manera temporal por las obras provisionales y asociadas que requiere el proyecto para su ejecución.

La superficie total de vegetación forestal que se pretende remover, así como la forma en que se llevaran a cabo las obras y/o actividades planteadas, se prescriben de manera específica en el contenido del Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

Por tanto, el proyecto deberá solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, mediante el formato que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y junto a esta solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, el cual, para ser autorizado en materia forestal deberá dar cumplimiento a lo que establece el Artículo 93 Párrafos Primero, Segundo y Cuarto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Por lo anteriormente fundado y motivado, se prescriben estas disposiciones, dado que ambas son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional y tienen 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, permitiendo utilizar los conceptos vinculables al cambio de uso de suelo de terrenos forestales que brindan certeza jurídica y viabilidad al desarrollo del proyecto en comento.



#### **IV.1.4 Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH). Última Reforma Publicada DOF 09-04-2012**

SOPORTE JURÍDICO: Capítulo Primero, Disposiciones Generales, Art. 1 fracciones I y II, Art. 2 fracción VII y Art. 5 fracciones II y VI; Capítulo Tercero De la planeación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, Art. 12 fracciones I, II y IV; Capítulo Octavo Del fomento al desarrollo urbano, Art. 51 fracciones I, V y XII

Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tiene por objeto establecer la concurrencia de la federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional; fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por “desarrollo regional”, el proceso de crecimiento económico en un territorio determinado, garantizando el mejoramiento de la calidad de vida de la población, la preservación del ambiente, así como la conservación y reproducción de los recursos naturales. Considera de utilidad pública la ejecución de planes o programas de desarrollo urbano y, la ejecución de obras de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos. La planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población se llevarán a cabo a través de, el programa nacional de desarrollo urbano, los programas estatales de desarrollo urbano y los planes o programas municipales de desarrollo urbano. La Federación, las entidades federativas y los municipios fomentarán la coordinación y la concertación de acciones e inversiones entre los sectores público, social y privado para la aplicación de los planes o programas de desarrollo urbano; la satisfacción de las necesidades complementarias en infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, generadas por las inversiones y obras federales y la aplicación de tecnologías que protejan al ambiente, reduzcan los costos y mejoren la calidad de la urbanización.

#### **OBSERVANCIA A LA LGAH:**

Se presenta la observancia de esta Ley debido a que ésta tiene como objeto fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población en el territorio nacional. Con la ejecución del proyecto se pretende dar impulso al desarrollo urbano, económico y social de la región a la cual pertenece el Municipio Huauclilla, por tanto, deberá observarse lo que establece el Programa Nacional de Desarrollo 2019-2024 y el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Puebla, los cuales se analizan más adelante respecto a lo que establecen sobre obras y/o actividades para la implementación de infraestructura carretera.

#### **IV.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última Reforma Publicada DOF 19-01-2018**

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo Único, Objeto y Ámbito de Aplicación de la Ley, Art. 1 fracciones I y II, Art. 3 fracción I, Art. 5 fracciones V, IX, XVII, XXX, XXXII, XXXIII y XXXIV; Título Tercero, Clasificación de los Residuos, Capítulo Único, Fines, Criterios y Bases Generales, Art. 19 fracción I y VII; Título Quinto, Manejo Integral de Residuos Peligrosos, Capítulo I, Disposiciones Generales, Art. 40, Art. 41, Art. 42 Párrafo Segundo y Art. 43; Título Sexto, De la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, Capítulo Único, Art. 95.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política

ambiental para la gestión de residuos y, determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana. Considera de utilidad pública, entre otras, las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos.

Para los efectos de esta ley se define “disposición final”, “generador” “manejo integral”, “residuos de manejo especial” “residuos peligrosos”, “residuos sólidos urbanos” y “responsabilidad compartida”. Salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, los residuos de manejo especial se clasifican entre otros como, “residuos de rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera y, “residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general”.

Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

La 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.

#### **IV.1.5.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación 31-10-2014**

SOPORTE JURÍDICO:

Título Primero, Disposiciones Preliminares, Art. 1, Art. 2 fracciones I, II, XVII y Art. 14;

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Para efectos del presente reglamento, se entenderá por “almacenamiento de residuos peligrosos” la acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos; por “acopio” se interpreta la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, por “recolección” se entiende, la “acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral”. Además, especifica que el principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas.

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones que establece el Artículo 82 del presente ordenamiento, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

#### OBSERVANCIA A LA LGPGIR Y REGLAMENTO:

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento especifican los requisitos a cumplir para las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con la generación de residuos, por ello, durante el desarrollo de las diferentes etapas del presente proyecto, se deberá cumplir con lo que establecen éstos instrumentos legales, instalando y/o destinando sitios para el almacenamiento y/o acopio de los residuos que resulten durante la ejecución de los trabajos planteados.

Para el caso del presente proyecto, los tipos de residuos que resultarán son:

Residuos de manejo especial (No peligrosos): los que resulten de las excavaciones y cortes (material inerte: suelo y rocas); del desmonte y despilme (ramas de mayor y menor tamaño, hojarasca, troncos y suelo vegetal); construcción de obras complementarias (drenaje: pedazos de varilla de acero, trozos de madera, bolsas de plástico y papel, cartones, clavos y alambre, etc.);

Residuos sólidos urbanos (No peligrosos): los que resulten por la instalación de sanitarios portátiles, los cuales serán usados por los trabajadores contratados para la ejecución del proyecto, además de, restos de alimentos, papeles y cartones (residuos orgánicos); y los vidrios, plásticos, latas y uncel (residuos inorgánicos).

Residuos peligrosos: los que resulten del mantenimiento de los vehículos automotores de trabajo pesado, como son, estopas, cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible, botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de solventes, de pintura, piezas inservibles de la maquinaria y neumáticos (residuos sólidos); aceites usados (residuos líquidos).

De ahí que, se deberán contemplar las instrucciones de estas disposiciones ambientales para el control y manejo de los diferentes residuos que resultarán por la ejecución del proyecto, además de, considerar las medidas de mitigación propuestas en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-R de prevención en el manejo de los residuos que derivan y, de compensación en caso de que ocurriera algún accidente como el derrame de combustible en el suelo.

#### **IV.1.6 Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Última Reforma Publicada DOF 19-01-2018**

SOPORTE JURÍDICO: Título I, Disposiciones Preliminares, Art. 1, Art. 3 fracciones XIX, XX, XXIII, XXXV y XLIX, Art. 4 Primer Párrafo; Título II, Política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, Art. 5 fracciones I y II; Título V, Disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, Capítulo I, Disposiciones Preliminares, Art. 19,

La Ley General de Vida Silvestre es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Para los efectos de esta Ley se entenderá por especies y poblaciones prioritarias para la conservación: aquellas determinadas por la Secretaría de acuerdo con los criterios establecidos en la presente Ley, para canalizar y optimizar esfuerzos de conservación y recuperación; especies y poblaciones en riesgo: aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley; hábitat: el sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado; plan de manejo: el documento técnico

operativo de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre sujeto a aprobación de la Secretaría, que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats y establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones; vida silvestre: los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

Señala que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país. En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever, entre otros, la conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres y las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.

Determina que las autoridades en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

#### **IV.1.6.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. DOF 09-05-2014**

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo Único, Art. 1, Art. 2 fracciones VIII, IX y XV; Título Tercero, Disposiciones Comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, Capítulo Primero, Procedimiento en General, Art. 12

El presente documento tiene por objeto reglamentar a la Ley General de Vida Silvestre. Además de las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para efectos del presente Reglamento se entenderá por "especie" la unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales; "especies asociadas" son aquellas que comparten el hábitat natural y forman parte de la comunidad biológica de una especie en particular; son "medidas de contingencia" las acciones que se aplicarán cuando se presenten situaciones que pudieran tener efectos sobre los ejemplares, poblaciones o especies de la vida silvestre y su hábitat, afectando negativamente el logro de las metas de que se traten y que se encuentran incorporadas en el plan de manejo. De igual forma, el presente ordenamiento señala que las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría.

OBSERVANCIA DE LA LGVS Y REGLAMENTO:

Acorde a lo anterior y aun cuando no se pretenden realizar actividades de aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, la observancia de estos preceptos obedece a que la flora y fauna silvestre son elementos que constituyen el medio biótico

del Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para la presente MIA-R y en la medida que se analiza el sitio a intervenir, es indispensable conocer las especies que en un momento dado pudieran verse afectadas, por ello, la vida silvestre que pudiera hallarse y/o encontrarse en el sitio puntual donde se pretende la ejecución del proyecto, se respetarán en la medida de lo posible durante la ejecución del mismo y en todas y cada una de sus etapas.

Derivado de lo anterior, para la flora y fauna identificada en el Sistema Ambiental Regional (SAR), específicamente en el área de influencia (AI), en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-R se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de conservar y proteger la vida silvestre de la zona de estudio

## IV.2 LEYES SUPLETORIAS

### IV.2.1 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF). Última Reforma Publicada DOF 01-12-2020

SOPORTE JURÍDICO: Título Primero, Del régimen administrativo de los caminos, puentes y autotransporte federal, Capítulo 1, Del ámbito de aplicación de la ley, Art. 1, Art. 2 fracciones: I inciso c), III, y XVI y Art. 3; Capítulo II, Jurisdicción y Competencia, Art. 5 fracción II

La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo 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.

Para los efectos de esta Ley se establece como:

Caminos o Carreteras: 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;

Derecho de Vía: la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino. Tratándose de carreteras de dos cuerpos, se medirá a partir del eje de cada uno de ellos;

Vías Generales de Comunicación: los caminos y puentes tal como se definen en el artículo 2 de esta Ley.

Puentes Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados o municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación; o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con caminos de un país vecino.

VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: los caminos y puentes tal como se definen en el artículo 2 de esta Ley.

De igual forma, establece que son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, las construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas y es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Entre otros, corresponden a la Secretaría (SCT), sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal, la siguiente atribución “construir y conservar directamente caminos y puentes”.

#### **IV.2.2 Ley de Vías Generales de Comunicación (LVGC). Última Reforma Publicada DOF 09-abr-2012**

SOPORTE JURÍDICO: Libro Primero, Disposiciones Generales, Capítulo 1, Clasificación, Art. 2 fracciones I y II; Capítulo II, Jurisdicción, Art. 3 fracción I; Capítulo III, De concesiones permisos y contratos, Art. 10; Capítulo VI, Construcción y establecimiento de vías generales de comunicación, Art. 41

Esta Ley establece que son partes integrantes de las vías generales de comunicación, los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de estas; así como los terrenos y aguas que sean necesarias para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios y obras a que se refiere la fracción I de la Ley.

Dispone que las vías generales de comunicación queden sujetas exclusivamente a los poderes federales. El ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el siguiente caso y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal "construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación".

El Gobierno Federal tendrá facultad para construir, mejorar, conservar y explotar las vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

OBSERVANCIA A LA LCPAF Y A LA LVGC:

El proyecto se relaciona con estos preceptos por proponer la modernización (ampliación) de dos vías generales de comunicación, las cuales, una vez constituidas como tal, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de un camino tipo D al derecho de vía correspondiente, siendo además un proyecto que pretende llevar a cabo el Municipio de Huaucliquina, mediante recursos procedentes de la federación, a través de particulares, previo conocimiento y autorización de las autoridades correspondientes.

### **IV.3 IV.2.1. LEYES ESTATALES**

#### **IV.3.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla (LPANDSEP) Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado Puebla 18 /09/ 2002, reforma 29 /08/ 2012**

La presente Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones son de observancia obligatoria en el Estado de Puebla y tienen por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como sentar las bases para el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales en el ámbito de su competencia, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos; asimismo establece que las personas físicas o jurídicas que pretendan realizar obras públicas o privadas, o su ampliación, así como actividades que modifiquen el ambiente, deberán sujetarse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente y contar, previamente a su ejecución u operación con la autorización de la Secretaría. La Secretaría evaluará el impacto ambiental y, en su caso, el riesgo ambiental de las obras y actividades que no sean competencia de la federación.

#### **IV.3.1.1 Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental Publicado en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Puebla 6 mayo 2009, Reforma 30/04/2012**

El Reglamento de la presente Ley es de observancia general en todo el territorio estatal; tiene por objeto reglamentar la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental. La aplicación de este Reglamento corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia. Asimismo, establece que además de lo previsto en el artículo 38 de la Ley, la Secretaría evaluará el impacto ambiental y en su caso, el riesgo ambiental de las obras y actividades que en forma enunciativa y no limitativa se indican en el presente Reglamento.

OBSERVANCIA DE ESTOS PRECEPTOS CON RESPECTO AL PRESENTE PROYECTO:

Conforme a lo establecido en el Artículo 28 fracciones I, VII y XI de la LGEEPA y Artículo 5 Inciso B) párrafo primero, inciso O) fracción I del REIA, los trabajos que pretende el proyecto están reservados a la federación y requieren de la evaluación de impacto ambiental (EIA) mediante la presentación, ante la SEMARNAT, de una manifestación de impacto ambiental modalidad Regional (MIA-R); sin embargo, acorde a lo que establece la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, éstas se mencionan por ser de observancia obligatoria en el ámbito territorial del Estado de Puebla.

## **V. VINCULACIÓN CON LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRAS ZONIFICACIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO**

### **V.1 FUNDAMENTO JURÍDICO ADMINISTRATIVO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO**

La justificación legal para un ordenamiento ecológico se establece en las políticas y principios ambientales internacionales, como son la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo 1972), la Carta Mundial de la Naturaleza (1982), Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992), entre otros. A partir de entonces, son diversos los países que utilizan al Ordenamiento del Territorio, con diferentes denominaciones, como un instrumento para planificar y regular en sus territorios las actividades productivas, conservar sus recursos naturales y mejorar la calidad de vida de sus poblaciones.

En México, el Ordenamiento Ecológico del Territorio tiene fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación Democrática, la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico. Estos instrumentos exigen que el ordenamiento ecológico del territorio se incorpore al plan nacional de desarrollo, a los programas sectoriales y a los planes de desarrollo estatal buscando la congruencia, la corresponsabilidad, y la cohesión entre ellos.

### **V.1.1 Acuerdo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Publicado en el DOF el viernes 07 de septiembre de 2012**

Acorde a lo que establece el Acuerdo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), éste será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática; las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública; la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tendrá a su cargo la etapa de ejecución y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico.

### **V.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Publicado en el DOF: viernes 07 de septiembre de 2012**

PROPUESTA DEL POEGT:

Está integrada por la regionalización ecológica (áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización).

La regionalización ecológica se integra por un conjunto de unidades ambientales biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las unidades de gestión ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológicos Regionales y Locales.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto y conforme a lo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se identificó lo siguiente:

Las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la Unidad Ambiental Biofísica 117 denominada "Karst Huasteco Sur". Esta a su vez se localiza dentro de la Región Ecológica 18.32, del cual la política ambiental es de protección, preservación y aprovechamiento sustentable, el rector de desarrollo es de preservación de flora y fauna.



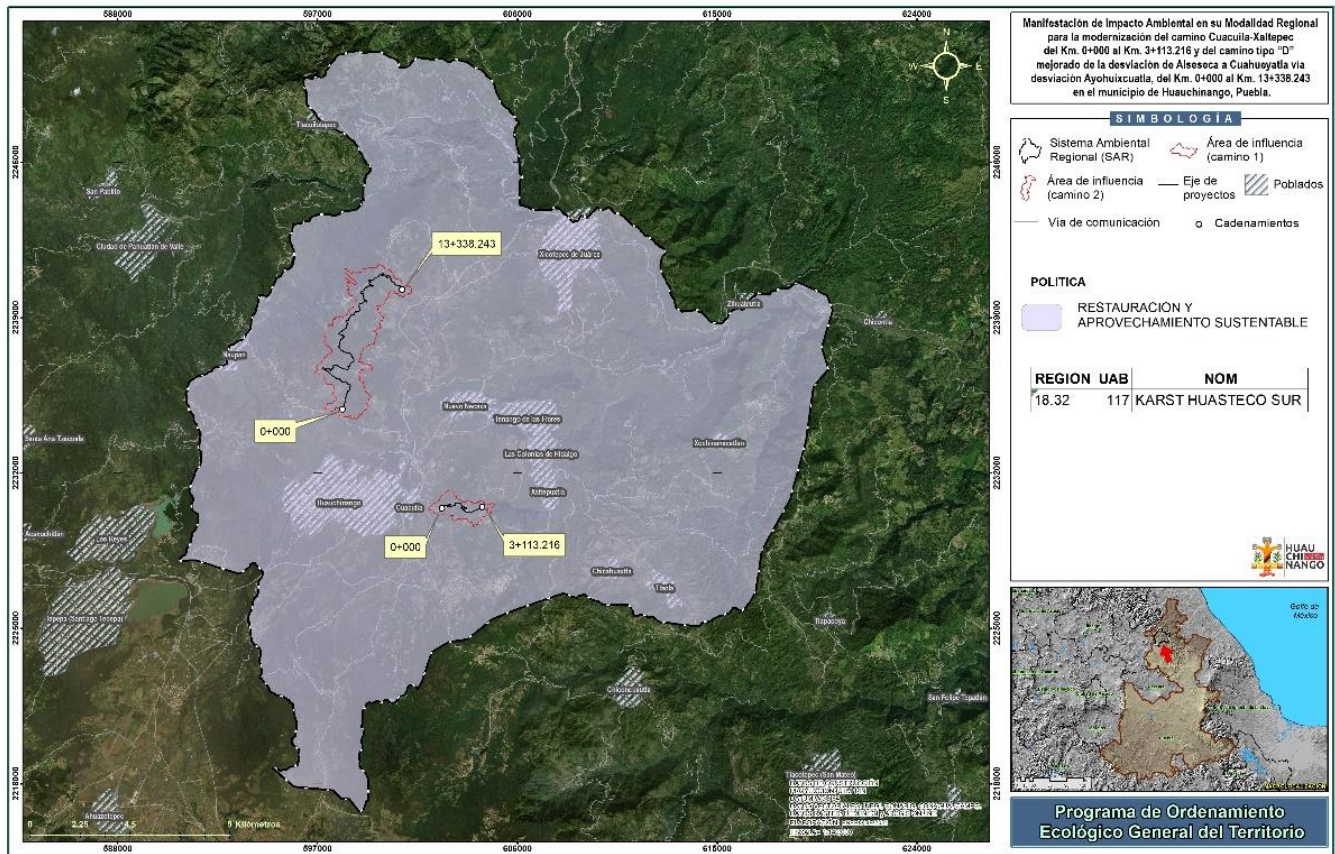


Imagen 2. UAB 117, Área de Atención Prioritaria y políticas ambientales establecidas en la zona del proyecto

En el siguiente cuadro se prescriben de modo general, para su análisis y observancia las características de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) que se involucra con las obras y/o actividades que el proyecto pretende.

Tabla 1. Descripción de la UBA

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
177	Preservación de Flora y Fauna	Forestal - Minería	Agricultura - Ganadería - Poblacional	CFE- Desarrollo Social - PEMEX - Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

A continuación, se detallan las Estrategias de las Regiones Ecológicas: 18.32 integrada por la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 117 denominada: "Karst huasteco Sur".

Tabla 2. Descripción de la estrategia región ecológica 18.32

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el proyecto
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	En función de su ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	En función de su ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio, ya que no implica el aprovechamiento de ecosistema alguno, recurso natural, especies o genes.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En función de su ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio, por ser una vía de comunicación
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		Vinculación con el proyecto.
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio, por tratarse de una vía de comunicación
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto; el mismo no presenta vinculación con este criterio.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	<b>El proyecto coadyuva al desarrollo urbano de la comunidad ya que la modernización de este camino ayudará al desarrollo urbano de las comunidades que comunica.</b>
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. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en 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.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este criterio.

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		Vinculación con el proyecto
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este criterio.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	En función de la ubicación, características y alcances del proyecto, el mismo no presenta vinculación con este criterio.

#### OBSERVANCIA AL POEGT:

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), por su escala y alcance no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin falla del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

El objeto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es 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 administración pública federal (APF).

Las obras y/o actividades que plantea el proyecto encuentran apoyo en lo que establecen la estrategia ecológica número 31, la cual está dirigida a Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. La observancia a la estrategia antes mencionada obedece a que en sus acciones se establece la intención de “generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo”.

De igual forma, considerando que la política ambiental establecida para la UAB es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, deberá considerarse lo que a la letra refieren:

Política de Restauración: “Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales”.

Política de Aprovechamiento Sustentable: “La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos definidos”.

Estas políticas ambientales deberán observarse en relación a la acción establecida en la estrategia ecológica involucrada, la cual va orientada a lograr el desarrollo sustentable de las regiones ecológicas 18.32

En virtud de lo antes expuesto y, como resultado del análisis realizado a este instrumento político ambiental se identificó para la zona de estudio una estrategia dirigida al “Mejoramiento del sistema social e Infraestructura Urbana”.

Tabla 3. Estrategia Numero 31 y Acciones

Estrategia	Acciones
31  Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.

### V.1.3 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) del Estado de Puebla

En el Estado de Puebla, actualmente existe un instrumento jurídico ambiental con fecha de decreto y publicación 28 de enero de 2005; dicho documento se denomina: "Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Popocatepetl y Zona de Influencia", de igual manera Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso, decretado el 03-12-2010.

Por su parte el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Estado de Puebla se encuentra en etapa de propuesta; por tanto, para la ejecución de los trabajos de modernización de los caminos: "municipio de Huahuchinango, Estado de Puebla; resulta No obligatorio la observancia y aplicación de estos documentos de ordenación.

La información anteriormente expuesta fue consultada en la página web de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en la página web:

[http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D4\\_R\\_ORDECOL00\\_03&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D4_R_ORDECOL00_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)

Estado	Programa de Ordenamiento Ecológico	Nivel	R.O.	Programa de Ordenamiento Ecológico	Superficie	Acto
Oaxaca	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Villa de Tututepec de Melchior Ocampo	Local	R.O. 15/Feb/2014	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Villa de Tututepec de Melchior Ocampo	124,900	Decreto
Oaxaca	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca	Regional	R.O. 27/Feb/2016	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca	9,375,700	Decreto
			R.O. 28/Ene/2017	Abrogación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca		
			R.O. 18/Mar/2017	Reforma al Artículo Transitorio Décimo Segundo del Decreto numero 264 publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Oaxaca del 28 de enero de 2017		
Puebla	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuetzalan del Progreso	Local	R.O. 03/Dic/2010	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Cuetzalan del Progreso	18,166	Decreto
Puebla	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia en el Estado de Puebla	Regional	R.O. 28/Ene/2005	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia en el Estado de Puebla: (El decreto completo consta de 967 páginas)	227,822	Documento técnico
Querétaro	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Amealco de Bonfil	Local	G.M. 25/Abr/2016	Acuerdo por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Amealco de Bonfil	71,743	Decreto
			R.O. 24/Mar/2017	Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Amealco de Bonfil		

Tabla 4. Página web de la SEMARNAT en la consulta de los ordenamientos decretados.

## VI. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

Acorde a lo que establece la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el Estado de Puebla, se ubican en total 9 áreas naturales protegidas de competencia federal y son las siguientes: 3 Reservas de la Biosfera, 3 Parques Nacionales y 3 Áreas de Protección de Flora y Fauna, siendo estos los siguientes:

Conforme a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el Estado de Puebla se tienen 04 Parques Nacionales, 02 Reserva de la Biosfera y 01 Área de Protección de los Recursos Naturales y son los siguientes:

- Parque Nacional Iztaccihuatl. Decreto 11-Feb-48
- Parque Nacional Malinche ó Matlalcuéyatl. Decreto 06-Oct-38
- Parque Nacional Pico de Orizaba. Decreto 04-Ene-37
- Parque Nacional Cañón de Río Blanco. Decreto 22-Mar-38
- Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Decreto 18-Sep-98
- Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Decreto 08-Sep-99
- Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa. Decreto 09-Sep-02

Al respecto el proyecto en comento se encuentra inmerso en el ANP Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, tal y como se muestra en la Imagen 3.

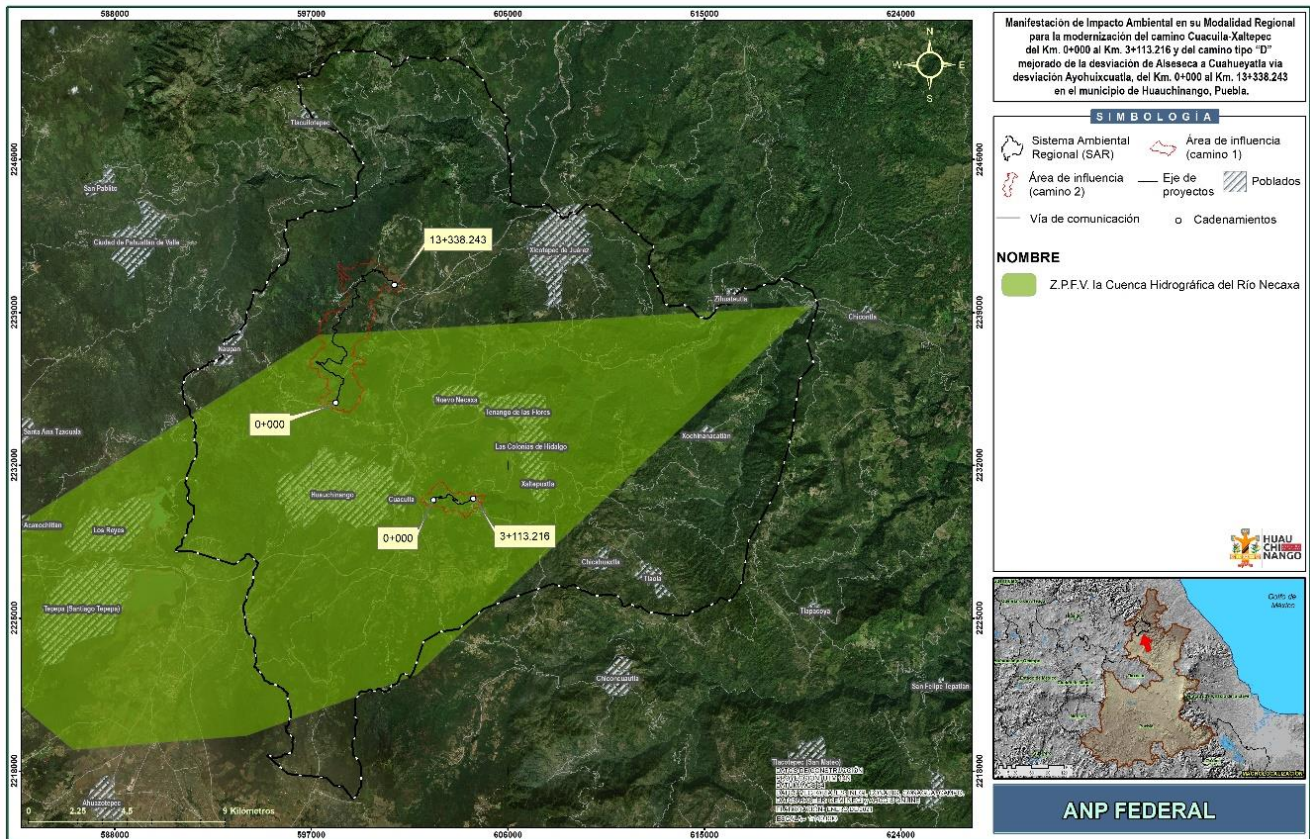


Imagen 3. Ubicación del proyecto en el Área Natural Protegida

Con relación al presente apartado, la ejecución del proyecto no alterará y/o afectará en su entorno del ANP, esto, debido a que el área por donde se pretende modernizar (ampliar) una vía de comunicación pasa solo por una superficie pequeña.

En la siguiente imagen se muestran las características de dicha ANP, cabe mencionar que solo se encuentra esta tabla en el sitio de la SEMARNAT y no se encuentra en vigor un programa de manejo.

**Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa**

Categoría de Manejo: Área de Protección de Recursos Naturales  
 Ubicación: Estados - Hidalgo, Puebla  
 Municipios - Acaxochitlan, Cuautepec de Hinojosa, Naupan, Huauchinango, Juan Galindo, Xochiltepec, Zihuateutla, Tlaola, Chiconcuautla, Jolaiapan, Zacatlan, Ahuazotepec  
 Región CONANP: Planicie Costera y Golfo de México  
 Institución que Administra: CONANP

Superficie Total: 42,129.35 ha  
 Superficie Terrestre y/o Aguas 42,129.35 ha  
 Continentales:  
 Superficie Marina: 0.00 ha  
 Población Total Estimada: 137,509 hab.  
 Población Indígena: 58,530 hab.  
 Fecha de Decreto: 20/10/1938  
 Fecha de Recategorización: 09/09/2002  
 Programa de Manejo: Resumen DOF no publicado / PM elaborado

Designaciones Internacionales:  
[Sitio RAMSAR - 1796 Convención de Humedales](#)

**Tipos de Vegetación de acuerdo al INEGI (Serie III):**

- Bosque tropical Perennifolio
- Bosque de Galería
- Bosque Mesófilo de Montaña
- Bosque de Pino Encino
- Bosque de Pino
- Pastizal Inducido

**Especies representativas:**

- Fauna: Jaguar (*Panthera onca*), Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), Tucaneta (*Aulacorhynchus prasinus*), Oropéndola moctezuma (*Psarocolius montezuma*), Serpiente de cascabel (*Crotalus basiliscus*), Nauyaca real (*Bothrops asper*)

**Especies Microendémicas:**

- Vibora cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*)

**Especies Endémicas:**

- ( )

**Tasa de Transformación de las Cubiertas Forestales del ANP:**

Periodo	Tasa de Transformación (%)	Hectáreas por Año	Valor de Tasa	Año de Reporte
1995-2010	0.1	23	Parcial	2012

Imagen 4. Características de la ANP Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrológica del Río Necaxa





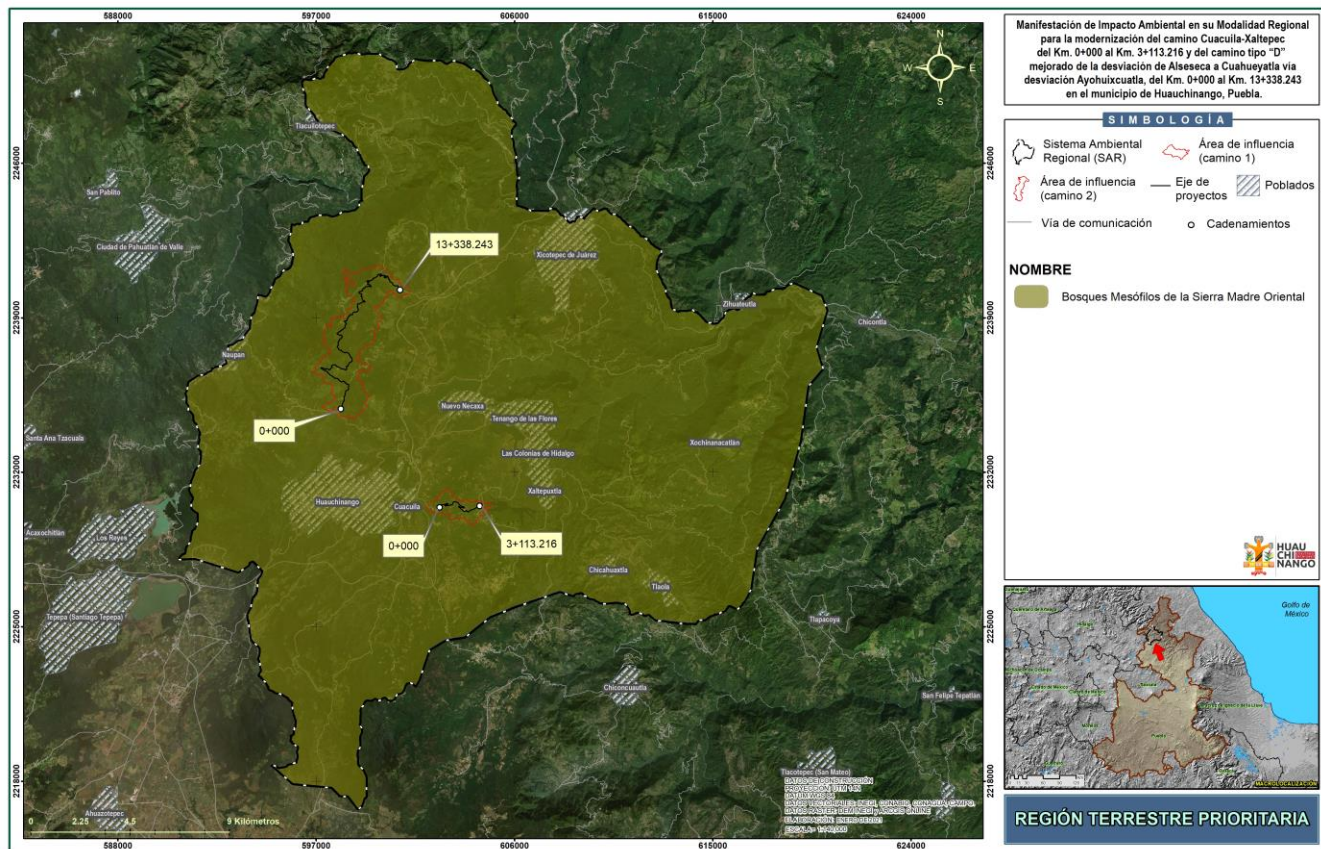


Imagen 6. Región Terrestre Prioritaria Bosques Mesofilos de la Sierra Madre Oriental,

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

De lo que se concluye que la ejecución del proyecto, no se presenta inconveniente legal alguno para su realización dentro de las regiones antes mencionadas, debido a que, a pesar de estar establecidas por la CONABIO como regiones para la conservación de la biodiversidad, éstas no cuentan con un decreto y/o precepto que regule los usos de suelo y las actividades productivas a desarrollarse dentro de cada una de ellas.

## VII.1 SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental ya que México pertenece a uno de los países llamados megadiversos. La excepcional biodiversidad de México se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y numerosas especies que se distribuyen en todo su territorio, albergando 12% de los organismos vivos del planeta. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra altamente amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies. Lo anterior indica que el país enfrenta grandes retos de conservación por lo que sin duda es necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad. La presente cartografía representa los primeros resultados principales de la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. Se evaluó el nivel de protección con unidades de análisis de 256 km<sup>2</sup> y datos de especies, comunidades y los principales factores que las amenazan. Se identificaron sitios de extrema, alta y media prioridad.

La delimitación de estos sitios terrestres constituye un avance con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), debido principalmente a que en este ejercicio se hizo una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios terrestres en comparación con las RTP que son áreas generalizadas.

El proyecto en comento prioritarios para la conservación, el tramo que va del Km 0+00 al 13+338 cae en un polígono denominado Ecorregión Sierras templadas, estado Hidalgo y Puebla, prioridad extrema, y el otro tramo que va del km 0+000 al 3+313 en la Ecorregión Sierras templadas, selvas cálido-húmedas, prioridad Media, tal y como se muestra en la Imagen 7.

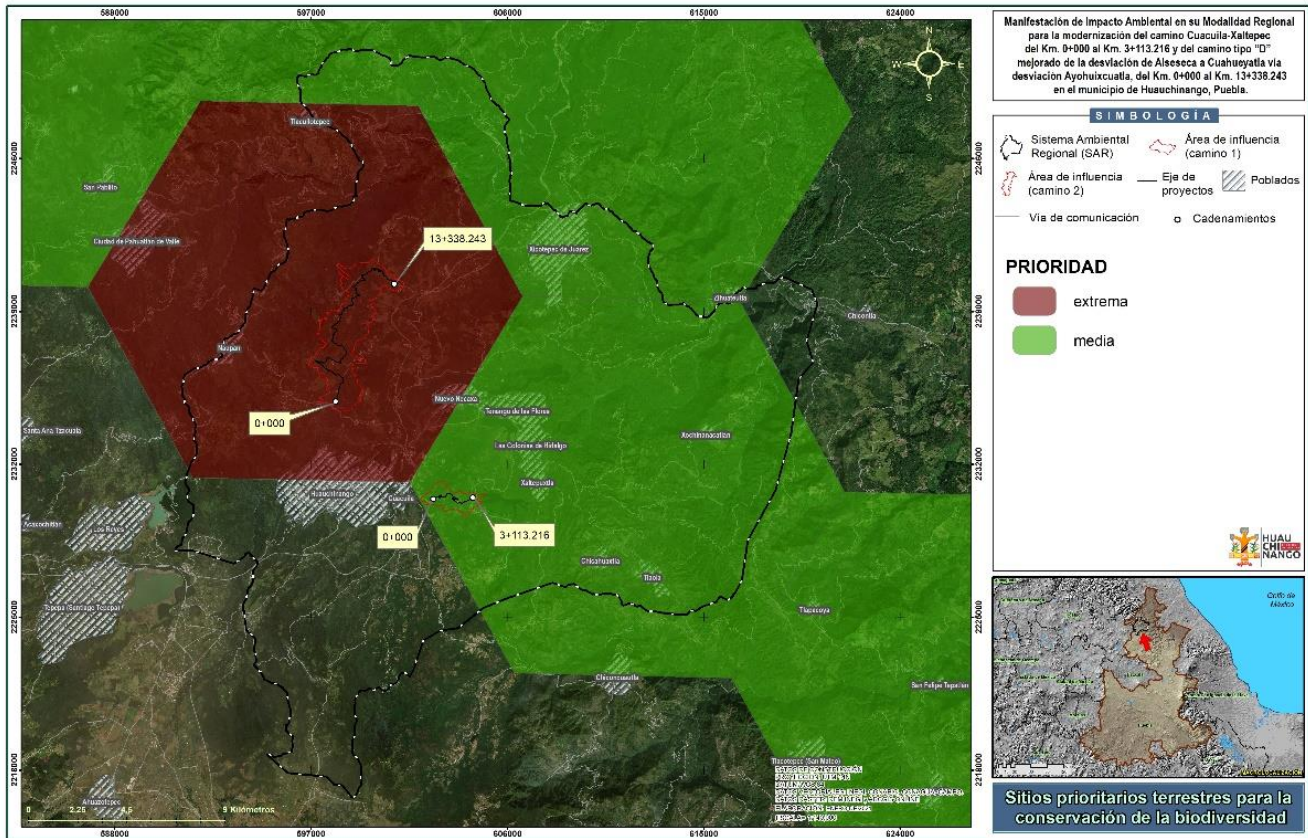


Imagen 7. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Como se puede apreciar la CONABIO estableció estos sitios prioritarios con la intención de representar la gravedad de la amenaza de la biodiversidad, para el caso del proyecto de modernización de dos caminos existentes, pretende que, con las respectivas medidas de mitigación, atenuar los efectos adversos que se pudieran presentar en la ejecución de la obra.

## VIII. PROGRAMAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Los planes y programas son instrumentos que permiten desarrollar las estrategias e instrumentos que fomentan y orientan el desarrollo de un país; su condición como instrumentos de carácter inductivo, son sin duda elementos que fortalecen y favorecen el desarrollo de proyectos de inversión; por ello, es importante identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, a fin de sujetarse a los lineamientos de cada programación con validez legal.

## VIII.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 (PND). 30-03-2019

Con respecto a infraestructura de transporte el recientemente publicado Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 especifica entre sus objetivos, estrategias y líneas de acción lo siguiente:

Contempla 3 ejes principales de los cuales son:

1. Política y Gobierno
2. Política Social
3. Economía

De estos el eje que refiere al desarrollo carretero es el de economía, del cual enema el Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024

### VIII.1.1 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024

Pretende lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo. Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna. Además de lograr un sistema de verdadero respaldo a la competitividad nacional y superar la posición de nuestro país en este rubro, que nos ubica en el lugar 62 de 137 países calificados en el orbe.

Garantizar una infraestructura carretera que se vincule -sin cuellos de botella ni sitios de conflicto sin solución de continuidad, y que incorpore el equipamiento conveniente para la conectividad de las telecomunicaciones modernas.

Resolver los puntos de conflicto con la infraestructura de las zonas urbanas, que permita el tránsito ágil y seguro de personas y bienes por el territorio nacional y que dé a todos la posibilidad personal, comercial, cultural y política de conectarse con el resto de los mexicanos y con el mundo.

Tres prioridades:

Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso.

Construcción de caminos pavimentados para todas las cabeceras municipales que carecen de ellos, con mano de obra local y bajo la administración de las autoridades comunales.

Plan Nacional de Carreteras Federales. Dará atención prioritaria a las zonas del país donde la infraestructura carretera no ha llegado.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Como se puede apreciar el proyecto en comento es altamente prioritario para la comunicación más eficiente entre las diferentes localidades que unen estos dos caminos del municipio de Huachinango.

### VIII.1.2 Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Puebla

En este plan se contempla la regionalización del estado en 32 regiones económicas las cuales abarcan distintos municipios del estado, cuenta con 4 ejes y un eje especial, del cual el eje al que podríamos vincular la ejecución del proyecto es el eje 3 desarrollo económico para todos y todas.

## ESTRATEGIA TRANSVERSAL INFRAESTRUCTURA

### LÍNEAS DE ACCIÓN

Ampliar la red carretera para incrementar la conectividad y el acceso a rutas comerciales y de servicios en y entre las regiones.

### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Con referente a estas estrategias y líneas de acción que se mencionan en este plan de desarrollo, se observa que una de las prioridades es el sector carretero, motivo por el cual está directamente asociada la ejecución del proyecto en comento.

### VIII.1.3 Desarrollo Regional Estratégico Región 2 - Huauchinango

Como parte del plan estatal de desarrollo, se realizó una regionalización agrupando un número limitado de municipios, cabe mencionar que son un total de 32 regiones, del cual el municipio de Huauchinango está catalogado en la región número 2, de ahí se describen a detalle varios rubros y conceptos que se vinculan con el proyecto, para este caso es el rubro infraestructura, como se muestra a continuación.

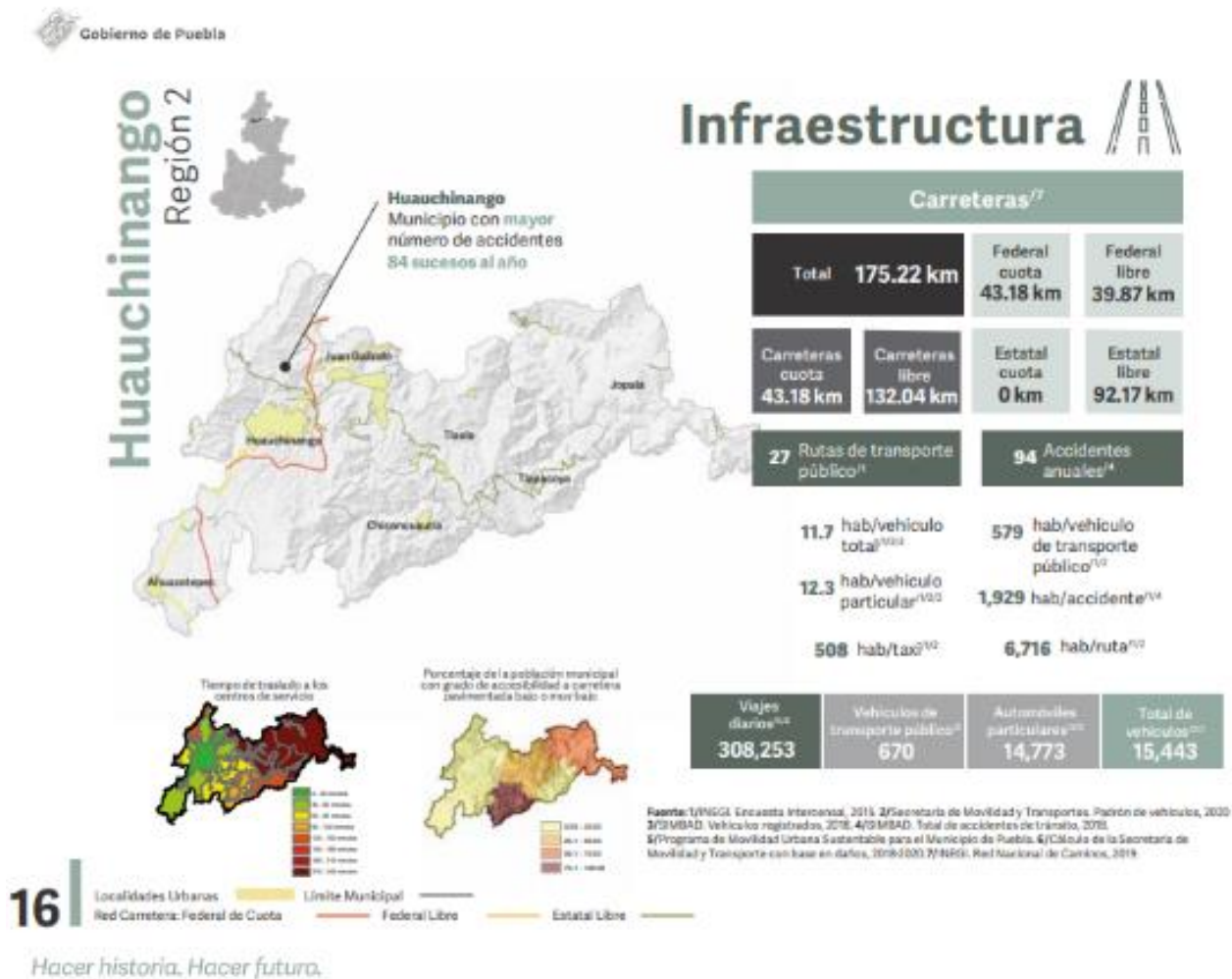


Imagen 8. Descripción de la infraestructura carretera existente en la región 2.

## ESTRATEGIA TRANSVERSAL DE INFRAESTRUCTURA

Mejorar los sistemas de transporte e infraestructura carretera y productiva que fomenten el desarrollo económico con un enfoque sostenible.

### LÍNEAS DE ACCIÓN

1. Ampliar la red carretera para incrementar la conectividad y el acceso a rutas comerciales y de servicios en y con las regiones.

Fortalecer los sistemas de infraestructura y equipamiento que permitan el desarrollo integral de la población.

### LÍNEAS DE ACCIÓN

1. Acercar los servicios a la población a través de una red carretera moderna y eficiente.
2. Mejorar las vías de acceso a los municipios y localidades con mayor rezago social

### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Estas estrategias enfocadas en cuanto a infraestructura carretera se vinculan directamente con la ejecución del proyecto puesto que dentro de esta planeación se pretende el mejoramiento de las vías de acceso de los municipios a las localidades.

## IX. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Conforme lo establece la LGEEPA, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación (Artículo 37 Bis). Las podemos clasificar en: agua, ruido, atmósfera (por industria o vehículos automotores), recursos naturales, residuos peligrosos, materia fitosanitaria, materia zoonosanitaria, salud ambiental, pesca, ordenamiento ecológico e impacto ambiental, normas de emergencia o emergentes, entre otras.

### IX.1 NORMAS DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

Algunas de las normas que deberán considerarse durante el desarrollo de los trabajos planteados por el proyecto son:

#### IX.1.1 En materia de flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010 Publicada DOF 30/12/2010

Esta norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta norma.

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Previo a la elaboración de la MIA-R se realizaron visitas de campo en la zona de estudio con la finalidad de obtener datos e identificar las especies de flora y fauna que habitan en el Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado. Asimismo, se efectuó una revisión de las bases de datos botánicos, libros y artículos científicos publicados, obteniéndose el siguiente resultado:

Dentro del SAR se identificaron especies en alguna categoría de riesgo. (Información a detalle en el contenido del Capítulo IV).

NOM-061-SEMARNAT-1994 Publicada en el DOF 28/04/1994

Esta norma oficial mexicana establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal y es de observancia obligatoria en los aprovechamientos forestales.

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Aun cuando el proyecto no pretende el aprovechamiento forestal de la vegetación presente en la zona de estudio, se deberá considerar las especificaciones de la presente norma oficial mexicana para mitigar los impactos ambientales temporales y no temporales que el proyecto ocasionará en la zona de estudio.

### **IX.1.2 En materia de suelos**

NOM-060-SEMARNAT-1994 Publicada en el DOF 28/04/1994

Esta norma oficial mexicana establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal y es de observancia obligatoria en aprovechamientos forestales.

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Para mitigar los impactos ambientales que se ocasionara al suelo durante la remoción de vegetación forestal se deberán considerar las especificaciones de la presente norma aun cuando no se pretende el aprovechamiento forestal de la zona. El proyecto únicamente plantea la modernización de dos vías generales de comunicación.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (Publicada en el DOF 30/03/2005)

Esta norma establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.

## VÍNCULO CON EL PROYECTO

Los camiones de acarreo de material y la maquinaria de construcción que se van a utilizar durante el desarrollo del proyecto, podrían en algún momento dado presentar pequeños derrames de combustible, especialmente cuando se encuentra estacionados, por ello, es probable que se produzca contaminación del suelo a través de manchas de combustible (diesel); como este efecto es totalmente mitigable, la empresa constructora deberá de considerar la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y, responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra; por tanto, se deberá considerar y respetar las especificaciones establecidas en esta norma oficial mexicana.

### **IX.1.3 En materia de residuos**

NOM-052-SEMARNAT-2005 Publicada en el DOF 23/07/2006

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales y es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo y es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

VÍNCULO CON EL PROYECTO

El proyecto deberá observar las especificaciones de la presente norma oficial mexicana debido a que durante la ejecución de los trabajos planteados se generarán varios tipos de residuos; para esto, se deberá contemplar la separación de estos y clasificarlos como “peligrosos” y “no peligrosos”, los cuales, deben ser recolectados por una empresa autorizada por la SEMARNAT y contratada por el promovente para realizar la recolección y el transporte de estos.

### **IX.1.5. En materia de emisiones a la atmósfera**

NOM-041-SEMARNAT-2006 Publicado en el DOF 10/11/2006

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel permitido y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono; y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos. Esta es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor, de los vehículos automotores que circulan el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minería.

VÍNCULO CON EL PROYECTO

Los vehículos y/o camiones de construcción a utilizar durante la ejecución del proyecto considerarán las especificaciones que esta norma oficial mexicana establece.

NOM-045-SEMARNAT-2006 Publicada en el DOF 07/08/2007

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

VÍNCULO CON EL PROYECTO

Durante la ejecución del proyecto se deberá considerar las especificaciones que esta norma oficial mexicana prescribe para los vehículos y/o camiones de construcción a utilizar.

### **IX.1.4 En materia de contaminación por ruido**

NOM-080-SEMARNAT-1994 Publicada en el DOF 15/12/1994

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

automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

#### VÍNCULO CON EL PROYECTO

Si durante la ejecución del proyecto se presentaran vehículos con las características que establece esta norma oficial mexicana se deberán considerar las especificaciones que en ella se describen.

## IX.2 NORMAS DE CONSTRUCCIÓN (IMT)

Algunas de las normas de construcción que deberán considerarse para la construcción del proyecto son las siguientes:

#### N·CTR·CAR·1·01·001/11 DESMONTE

Esta norma contiene los aspectos por considerar en la ejecución del desmonte, para carreteras de nueva construcción. El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, pedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

#### N.CTR.CAR.1.01.002/11. DESPALME.

Esta norma contiene los aspectos a considerar en la ejecución del despálme, para carreteras de nueva construcción. El despálme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

#### N.CTR.CAR.1.01.003/11. CORTES.

Esta norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de cortes para carreteras de nueva construcción. Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Secretaría

#### N.CTR.CAR.1.01.005/11. EXCAVACIÓN PARA CANALES.

Esta norma contiene los aspectos por considerar en la excavación para canales de terracerías, para carreteras de nueva construcción. Las excavaciones para canales son las que se ejecutan a cielo abierto, con objeto de formar la sección de cauces artificiales o para la rectificación de cauces naturales, que capten los escurrimientos y desalojen el agua hacia las alcantarillas, a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, en un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

#### N.CTR.CAR.1.01.007/11. EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS.

Esta norma contiene los aspectos por considerar en la excavación para estructuras de carreteras de nueva construcción. Las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje.

#### N.CTR.CAR.1.01.013/00 ACARREOS.

Esta norma contiene los aspectos a considerar en el transporte de materiales aprovechables o de desperdicio, para carreteras de nueva construcción. Los acarreos son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones,



desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría. De acuerdo con la distancia de transporte, los acarreos pueden ser: acarreo libre, acarreo hasta (100) cien metros, acarreo hasta (1) kilómetro y acarreo mayor a (1) kilómetro.

N.CTR.CAR.1.04.002/00 SUB-BASES Y BASES.

Esta norma contiene los aspectos a considerar en la construcción de sub-bases y bases de pavimentos para carreteras. Sub-base: capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores. Base: capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la sub-base, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

N.CTR.CAR.1.04.005/00 RIEGOS DE LIGA.

Esta norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de liga en la construcción de carreteras y autopistas. Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta asfáltica que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual que diez (10) centímetros

VÍNCULO DE LAS NORMAS DE CONSTRUCCIÓN CON EL PROYECTO:

El proyecto se vincula con estas normas, ya que éstas proponen valores específicos para su diseño, características y calidad de los materiales y de los equipos de instalación permanente, así como, los métodos generales de ejecución, medición y base de pago de los diversos conceptos de obra y, en general, todos aquellos aspectos que se puedan convertir en especificaciones al incluirse en los proyectos o en los términos de referencia para la ejecución de las obras públicas y de los servicios relacionados con la infraestructura del transporte, éstos valores, métodos y especificaciones orientan la ejecución, supervisión, aseguramiento de calidad, operación y mitigación del impacto ambiental de la infraestructura carretera durante su construcción, conservación, reconstrucción y modernización.

## **X. ANÁLISIS INTEGRAL DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO**

En cumplimiento a lo que establece el Artículo 28 fracciones I, VII y XI de la LGEEPA y Artículo 5 incisos B) y O) del REIA, se somete al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) la presente MIA-R ante la autoridad correspondiente (SEMARNAT) por la ejecución de las obras y/o actividades de modernización (ampliación) de una vía general de comunicación, cuyo modernización implica un cambio de uso de suelo de áreas forestales; obras y/o actividades que se encuentran listadas en los artículos de dichos preceptos.

La concordancia del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 y el Programa de Inversiones en Infraestructura de Transporte y comunicaciones 2019 - 2024, radica en que éstos tienen como objetivo el construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población, favoreciendo de esta manera a la integración de las distintas regiones del estado y elevando el crecimiento económico de las poblaciones al generar más empleo con la construcción de caminos y alcanzar el desarrollo sustentable. Del mismo modo, el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Puebla refiere que el proyecto carretero forma parte de los compromisos por el actual

gobierno estatal, para los habitantes del municipio Huauclilla y alrededores el cual tiene como objetivo, garantizar el tránsito seguro y eficiente de las personas y productos.

POR LO ANTERIORMENTE FUNDADO, en base al análisis legal realizado a los instrumentos de política ambiental, antes descritos, se concluye que para el desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto carretero, no se encontraron incongruencias ni incompatibilidades en todas y cada una de las partes y niveles jerárquicos normativos que en el inciden, por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que la ejecución del proyecto es viable jurídicamente al cumplir con todos estos elementos de forma y fondo.

## **XI. BIBLIOGRAFÍA**

---

Constitución Política Mexicana

Convenio RAMSAR

Ley de Planeación

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y Reglamento

Ley General de Asentamientos Humanos

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y Reglamento

Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y Reglamento

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF)

Ley de Vías Generales de Comunicación (LGVC)

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Puebla y Reglamento

ORDENAMIENTOS:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

PLANES Y PROGRAMAS NACIONALES DE DESARROLLO:

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Programa de Inversiones en Infraestructura de Transporte y Comunicaciones 2019-2024

PLANES ESTATALES DE DESARROLLO:

Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla

NORMAS OFICIALES MEXICANAS (SEMARNAT):

NOM-059-SEMARNAT-2010 (Flora y Fauna)

NOM-061-SEMARNAT-1994 (Flora y Fauna)

NOM-060-SEMARNAT-1994 (Suelos)

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (Suelos)

NOM-052-SEMARNAT-2005 (Residuos)

NOM-041-SEMARNAT-2006 (Emisiones a la atmósfera)

NOM-045-SEMARNAT-2006 (Emisiones a la atmósfera)

NOM-080-SEMARNAT-1994 (Contaminación por ruido)

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN (SCT):

N.CTR.CAR.1.01.001/11 DESMONTE.

N.CTR.CAR.1.01.002/11. DESPALME.

N.CTR.CAR.1.01.003/11. CORTES.

N.CTR.CAR.1.01.005/11. EXCAVACIÓN PARA CANALES.

N.CTR.CAR.1.01.007/11. EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS.

N.CTR.CAR.1.01.013/00 ACARREOS.

N.CTR.CAR.1.04.002/00 SUB-BASES Y BASES.

N.CTR.CAR.1.04.005/00 RIEGOS DE LIGA.

Desarrollo Económico Social, Regional para el estado de Puebla 2019-2024:  
<https://planeader.puebla.gob.mx/Home/ProgramasRegionales>

# Capítulo IV

## Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

### CONTENIDO

I.	Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.....	2
V.1	Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecer el proyecto... 2	
V.1.1	Delimitación y justificación del área de influencia (AI). .....	10
VI.	Caracterización y análisis del sistema ambiental regional. ....	15
VI.1	Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del SAR. ....	15
VI.1.1	Medio abiótico.....	15
VI.1.2	Medio biótico .....	42
VI.1.3	Medio socioeconómico.....	87
VI.2	Paisaje .....	90
VI.3	Ecosistemas.....	91
VII.	Diagnóstico ambiental.....	96
VII.1	Evaluación de factores ambientales (método in situ).....	96
VII.1.1	Metodología.....	96
VII.2	Resultados .....	99
VII.3	Conclusiones del DA .....	104
VIII.	Bibliografía .....	105

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

---

## V.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO.

Un sistema ambiental puede ser definido como un conjunto de elementos que interactúan y son interdependientes, de forma tal que las interrelaciones pueden modificar a uno o a todos los demás componentes del sistema dentro de la región en donde se va a desarrollar el Proyecto. Esto implica que la forma de actuar de un sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura del sistema es lo que determina los resultados (Rittler et al., 2007).

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto, es importante considerar que las actividades humanas se desarrollan en ecosistemas que pueden definirse como sistemas funcionales estructurados jerárquicamente, formados por almacenes y flujos de materia y energía manifestándose a distintas escalas temporales y espaciales (García Oliva, 2005; Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

El proceso de la delimitación del Sistema Ambiental Regional se llevó a cabo en primera instancia localizando el trazo de los proyectos con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando el software ArcMAP 10.4.1. Para poder delimitar el polígono del SAR se realizó sobre-posición de capas vectoriales disponibles de las diferentes instituciones tales como:

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).
- CONAGUA para aspectos hidrográficos (portal SIATL).
- SEMARNAT (Postal SIGEIA).
- Geoportal CONABIO.

### Método y resultados

Una vez estandarizada la cartografía a una proyección UTM (Universal Transversal of Mercator) de zona 14 Norte para el área de estudio se procedió acotar lo que abarcaría el Sistema Ambiental Regional, considerando las capas de:

- POEGT
- RTP
- Climas
- Hidrología
- Topoformas
- Topografía

Como primer paso, se analizaron espacialmente distintas capas vectoriales de INEGI como edafología, geología, provincias y subprovincias fisiográficas, el uso de suelo y vegetación serie VI, pero no contribuyeron de manera significativa un límite

para la delimitación del SAR. Con respecto al USV, por considerarse relevante por el impacto que se ocasionará sobre la vegetación, se procedió a sobreponer el mapa de uso de suelo y vegetación para determinar si era una variable que efectivamente pudiera acotar un Sistema Ambiental para el proyecto. Con el uso del SIG se determinó que la capa de uso de suelo y vegetación se corroboró que no es una variable que determine límites claros o significativos para el proyecto debido a que existen relativamente pequeños polígonos de diferentes tipos de vegetación que provocan un ambiente totalmente heterogéneo, como se observa en la siguiente Imagen 1.

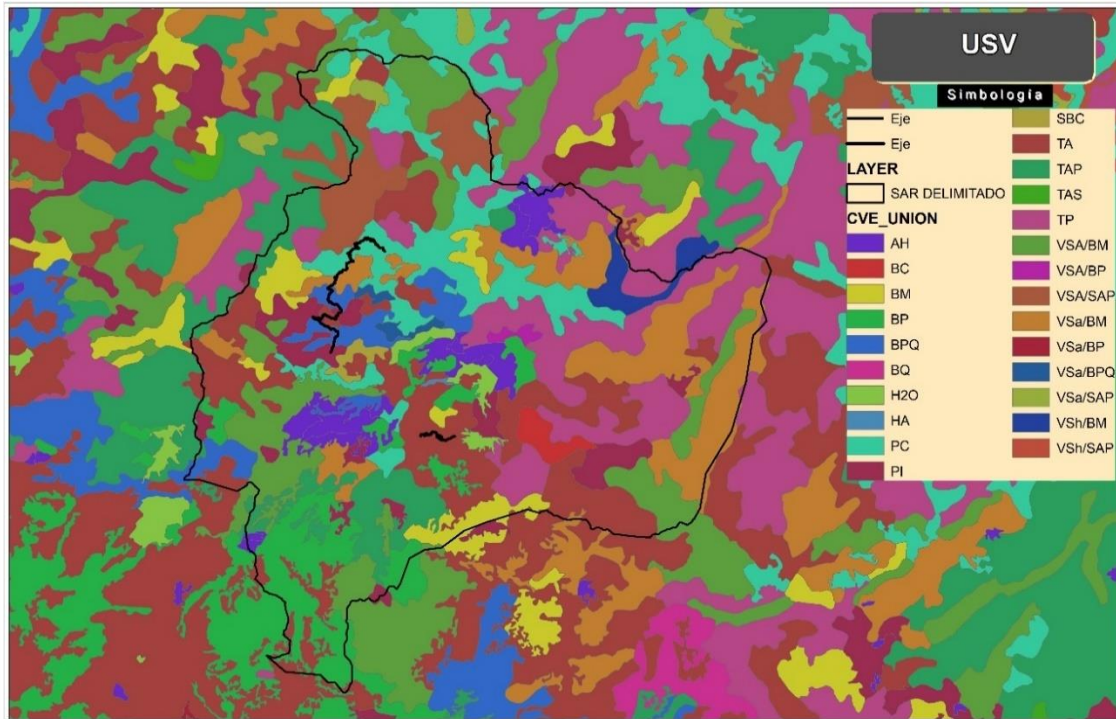


Imagen 1. Capa de uso de suelo y vegetación, la cual no muestra un límite natural para poder determinar el SAR del proyecto.

Posterior a este análisis, se proyectó la información vectorial del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio donde se tomó como un elemento importante para la delimitación del SAR ya que toda la unidad de análisis se encuentra dentro de esta poligonal con política (restauración y aprovechamiento sustentable) y contribuyendo a la delimitación en la zona sur, tal como se observa en Imagen 2.

En seguida se analizó la información vectorial de CONABIO donde se presenta la RTP denominada "Bosques Mesófilo de la Sierra Madre Oriental", la cual es considerada como *un refugio para relictos de vegetación y alberga especies de flora y fauna endémicas de la región*. Esta unidad de CONABIO es un elemento para considerar como relevante para la delimitación del SAR tal como se aprecia en la Imagen 3.



Imagen 2. Totalidad del SAR dentro de la política Restauración y aprovechamiento sustentable.

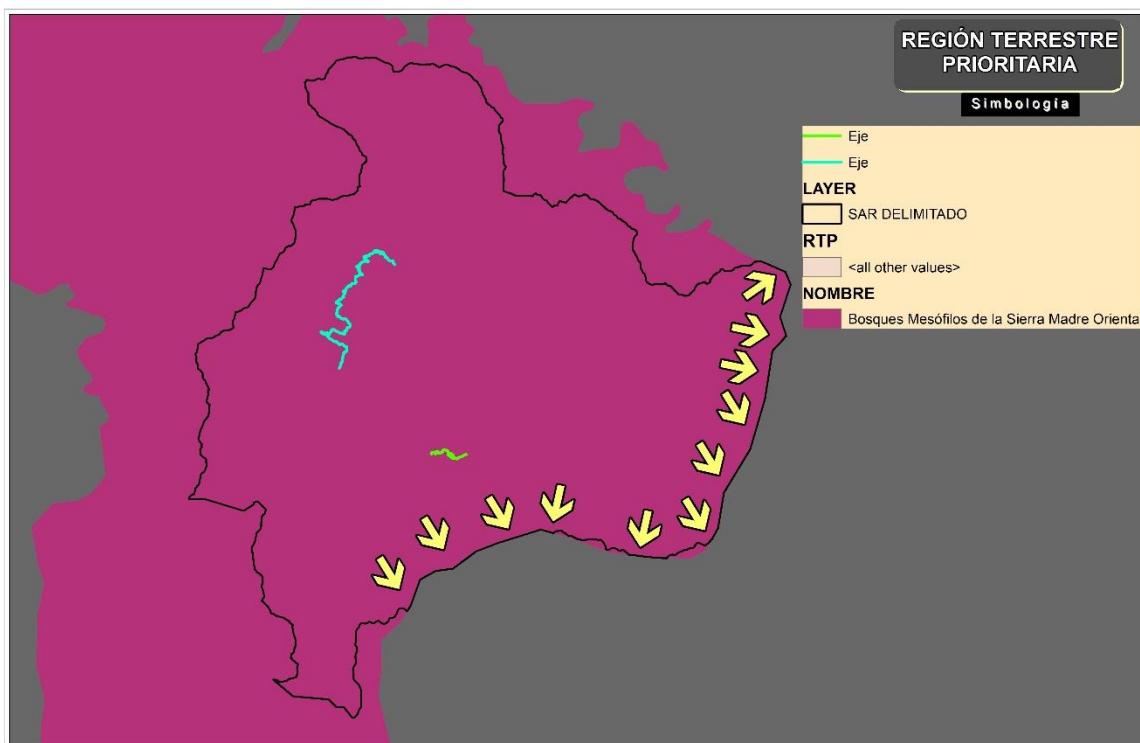


Imagen 3. Delimitación sur y este del SAR considerando a la RTP.

La determinación de las RTPs por parte de la CONABIO se obtiene con base en el establecimiento de áreas con una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa. De igual forma se analizó la información climática regional donde se pudo contemplar a las dos unidades climáticas presentes en los dos trazos de modernización y su delimitación en la zona sur oeste, tal como se aprecia en la siguiente Imagen 4.

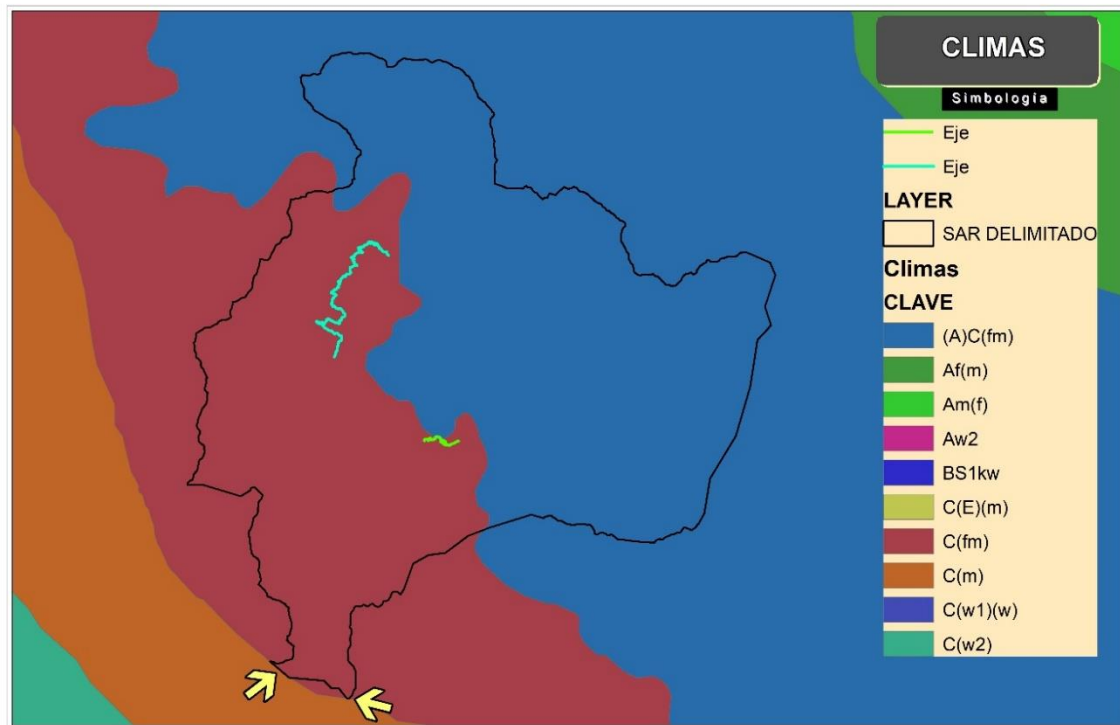


Imagen 4. Ubicación de los trazos sobre la capa de climas y su aporte para la delimitación del SAR.

En relación con el relieve en donde se encuentra el proyecto, se usó la capa de topofomas y un modelo digital de elevación del terreno con el fin de percibir algún límite que pudiera apoyar la delimitación del SAR en la zona sur de la unidad de análisis como se aprecia en la Imagen 5.

En este sentido, la capa de topofomas no ofrece mucho para poder determinar límites, debido a que sus unidades son demasiados amplias, y algunas entran y salen respecto al trazo. Sin embargo, al lado sur de los proyectos se observa un claro límite provocado por el valle típico, con ello así, determinando un límite que puede ser usado para delimitar el SAR en dicha zona.

Como se puede observar, la topografía juega un papel importante para la delimitación del SAR ya que el relieve juega un papel importante en la caracterización abiótica de la región. Además de observarse que la ubicación del SAR está en función de la altitud del terreno y elementos hidrológicos (partes más altas del SAR, aguas arriba y parte más baja del SAR, aguas abajo). En la Imagen 6 se observa lo mencionado.



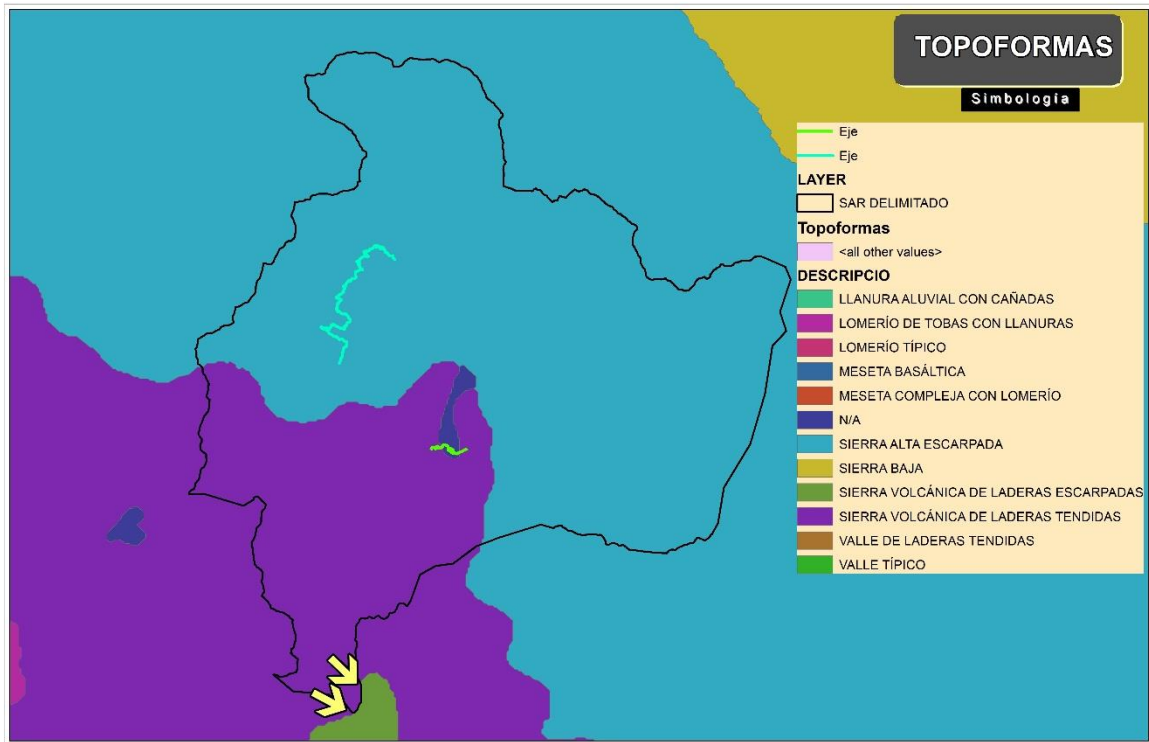


Imagen 5. Topoformas del área del proyecto y su aporte para la delimitación del SAR.

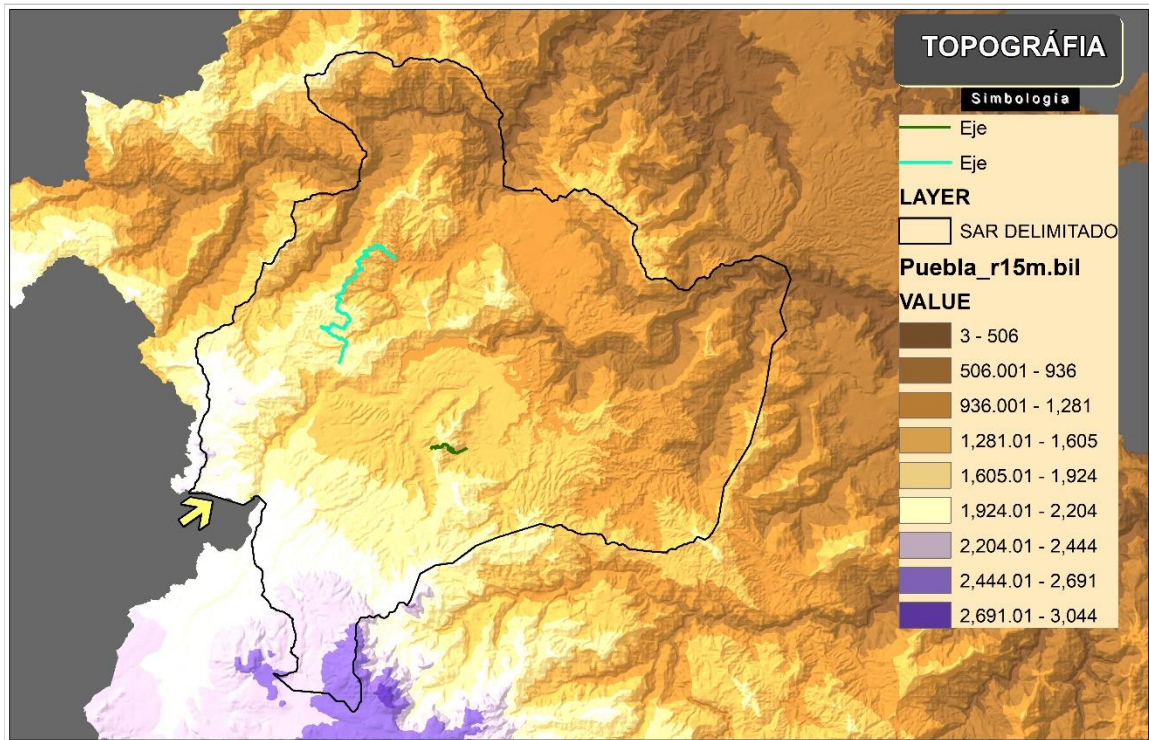


Imagen 6. Se muestra el límite estatal (zona oeste) y la parte topográfica dominante en la región. Zonas moradas "partes más altas" y zonas cafés "partes más bajas".

Finalmente, ya agotando los recursos cartográficos del medio físico y biótico (vegetación) y observando que no se ha concluido la delimitación del Sistema Ambiental Regional con los atributos necesarios para una adecuada descripción de sus componentes, se procedió a explorar las características hidrográficas de la zona que quedó parcialmente limitada con la capa de climas, RTP, POEGT, topografía y topoformas.

Al respecto, la cuenca hidrográfica es la unidad morfográfica superficial, delimitada por divisorias (“Parte Aguas”) desde las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o subdividir en sub-cuencas o cuencas de orden inferior, asimismo se pueden diferenciar zonas caracterizadas por una función primordial (cabecera-captación y transporte-emisión) o por su nivel altitudinal (cuenca alta, media y baja).

La delimitación de una subcuenca está basada en criterios conjuntos entre el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, SIATL). La metodología está disponible en el documento técnico de Cotler y colaboradores (2007).

Al respecto, los proyectos están embebidos en la Región Hidrológica RH27 denominada Tuxpan – Nautla; particularmente en la cuenca del Río Tecolutla y a su vez dentro de 2 subcuencas denominadas Río Necaxa y Río San Marcos.

De acuerdo con lo anterior se sabe que las cuencas hidrográficas siguen siendo consideradas como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. Para el caso de la delimitación del SAR del proyecto se adoptaron los criterios de Cotler *et al.*, (2007) y se estableció los límites de las subcuencas Río Necaxa y Río San Marcos como el área de estudio ideal por las siguientes condiciones:

1. Por estar limitada con variables topográficas e hidrológicas.
  2. Por presentar consistencia y coincidencia con los límites previamente establecidos con la capa de climas y topoformas;
- y
3. El insumo cuenta con una escala 1:50,000 con sistemas endorreicos, exorreicos y arreicos.

En la siguiente imagen se observa la línea divisoria de las subcuencas Río Necaxa y Río San Marcos la cual coincide relativamente con las capas utilizadas previamente en la delimitación del SAR; Al norte, noreste, sur, sureste y suroeste son las zonas consideradas como límites del SAR considerando la información a nivel subcuenca del SIATL. En la siguiente imagen se visualiza los límites considerados a partir de elementos hidrológicos.

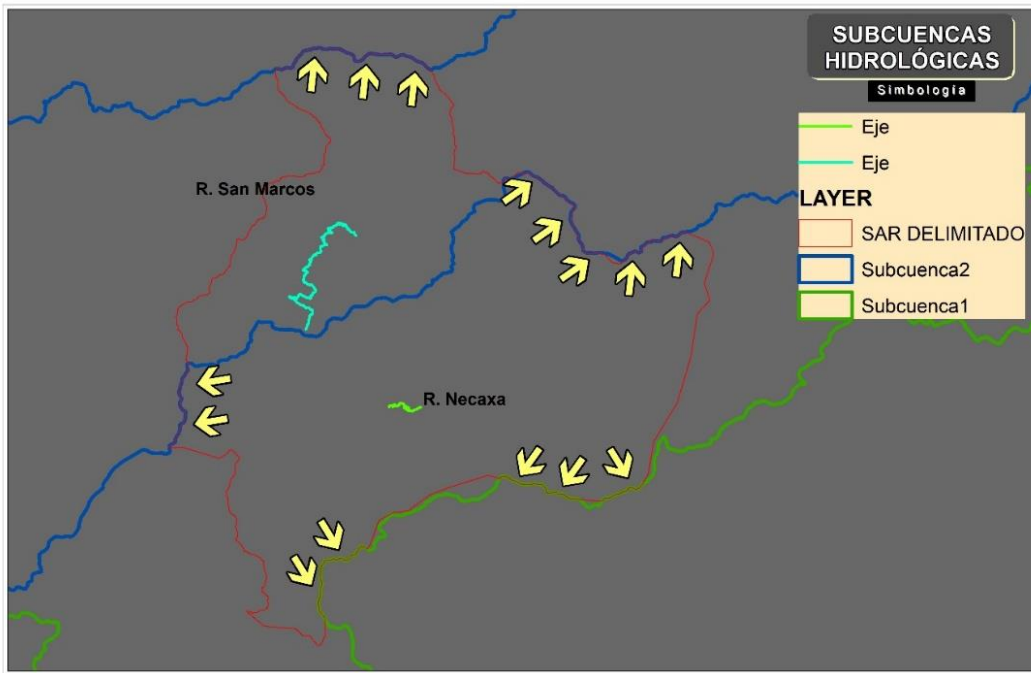


Imagen 7. Se observa los límites de las subcuencas (1: Rio Necaxa y 2: Rio San Marcos) para la delimitación del SAR.

Con respecto a los elementos hidrológicos, dentro de la unidad preliminar de análisis se observa la presencia de una corriente perenne principal que es el Rio Necaxa, la cual se ubica al centro de la unidad de análisis, como se observa en la siguiente imagen.

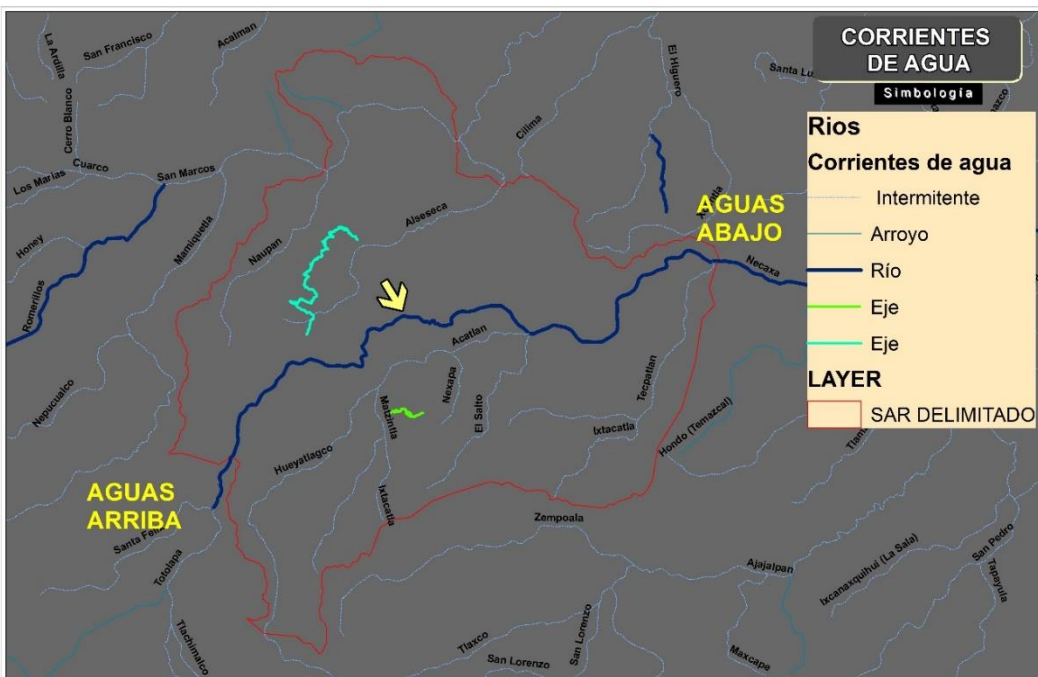


Imagen 8. Corrientes de agua perenne (Rio Necaxa) dentro de la unidad de análisis delimitada.

También resulta importante indicar que se revisaron las microcuencas hidrológicas del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), SAGARPA. Dichas unidades se generaron como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. En base a esto, se consideraron como parte del SAR a las microcuencas de FIRCO: Cuacuila, Cuatepec, Huauchinango, San Agustín (Atlihuacan), Tenango de las Flores, Tlaxpanaloya, Xicotepec de Juárez y Xichonanacatlan.

Cabe mencionar que, dentro del SAR, estas unidades son consideradas como parte de la unidad de análisis para esta Manifestación de impacto ambiental modalidad regional como se observa en la siguiente imagen.

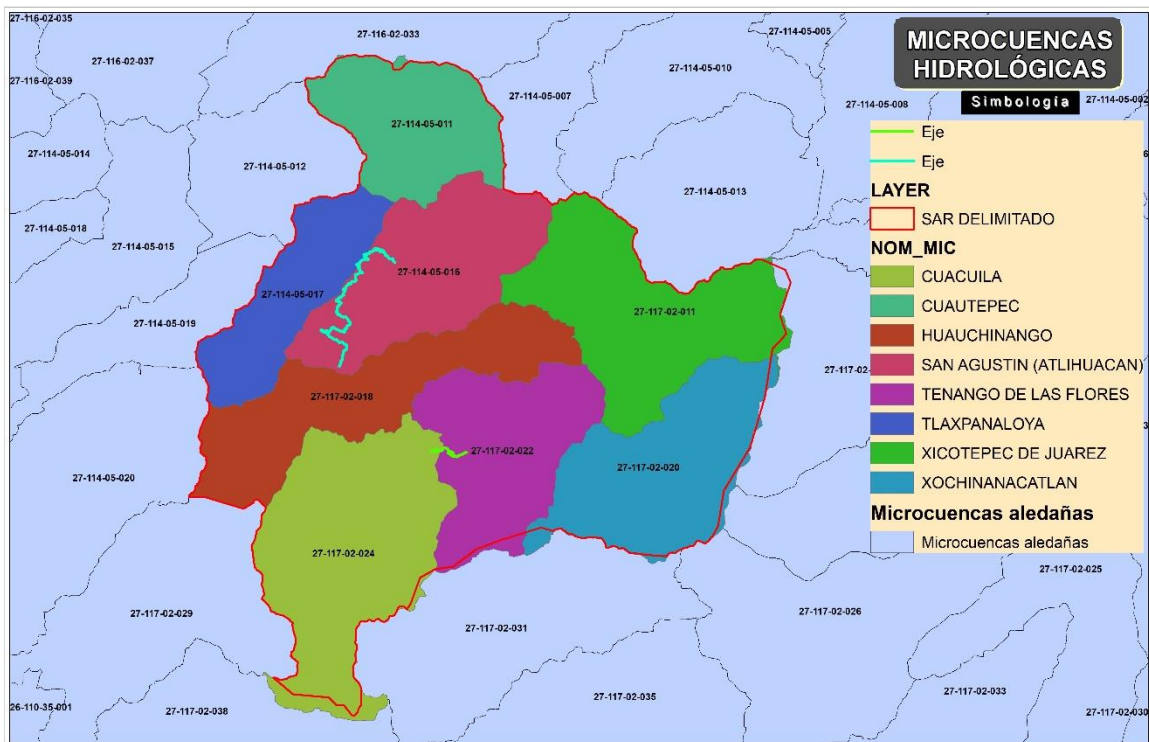


Imagen 9. SAR delimitado considerando a las microcuencas de FIRCO.

El SAR tiene una superficie de **53,203.8598 ha**, y se ha considerado que la delimitación del SAR, implica y considera elementos integradores y de planeación ambiental, que permitan evaluar los impactos acumulativos, residuales y sinérgicos de la región.

Por lo tanto, por la ubicación y distribución de las obras y actividades que constituyen estos proyectos, se consideró que los parámetros hidrológicos dominantes para la delimitación del SAR son la unidad físico-natural que engloba los recursos naturales existentes para su evaluación. La principal razón y fundamento teórico que la sitúa por encima de otras entidades de planeación ambiental es que, al interior de esta, se interconecta todo el espacio geográfico que la constituye, a través, de los flujos hídricos (superficiales y subterráneos) y de nutrientes (materia y energía) (Wolker *et al.*, 2006).

### **V.1.1 Delimitación y justificación del área de influencia (AI).**

El área de Influencia AI o también denominada área del proyecto AP, se define como el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Para su delimitación se pueden emplear diferentes criterios, entre estos: límites administrativos, límites del proyecto, límites técnicos y límites ecológicos; dependiendo de cuál o cuáles de estos se ajustan a las características del sistema Ambiental Regional (SAR).

Considerando los argumentos anteriores el criterio para la delimitación del Área de Influencia se basa en elementos ecológicos y dado que la delimitación del SAR toma como una de sus referencias a las subcuencas cercanas como espacio geográfico; es en ese mismo contexto que se realiza la delimitación del Área de Influencia y considerando la aportación de las cuencas visuales mediante un análisis espacial del terreno.

Para la delimitación del Área de influencia (AI) se ubicó el proyecto a nivel de nanocuenca; y considerando que cuencas, subcuencas, microcuencas y nanocuenas responden a un orden jerárquico, estas pueden coincidir parcialmente en los bordes o límites externos.

Las nanocuenas son la unidad menor al interior de las cuencas. El beneficio de hacer este tipo de clasificaciones con enfoque hidrológico, es que permite identificar cuáles son las nanocuenas que aportan una mayor carga hidrológica a las microcuencas.

El procedimiento empleado para la delimitación de nanocuenas fue la aplicación de la clasificación propuesta por Horton (1945) modificada por Strahler (1957), considerando las corrientes de primer orden, las que no presentan ramificación; las corrientes de 2° orden, cuando reciben a los de 1er primer orden; y las corrientes de 3er orden cuando reciben a los de 2o. orden de magnitud y así sucesivamente. De manera simultánea, con base en el análisis de la configuración topográfica y la hipsometría se identificaron los interfluvios y se señalaron las divisorias de aguas elementales (parteaguas locales) que delimitan a cada nanocuenca. Cabe señalar, que las nanocuenas son subunidades menores al interior de las microcuencas.

Para la delimitación del área de influencia se tomarán criterios como el arrastre de sedimentos en las corrientes de agua, el ruido que se generaría en la modernización del proyecto y el impacto visual generado en la zona.

Las anteriores variables se consideran fuertes con base a los criterios basados en Forman y Alexander (1998) sobre los impactos ecológicos de las carreteras. "Los criterios seleccionados por su nivel de relación fueron ruido, efectos hidrológicos y arrastre de sedimentos".

Ahora, para su generación fue mediante el software Global Mapper v20 donde se cargaron los ejes de los dos caminos a modernizar, se generó un modelo digital del terreno (aster GDEM) y posteriormente un análisis de escurrimiento hidrológico superficial. En las siguientes imágenes se presenta el procedimiento y resultado obtenido.

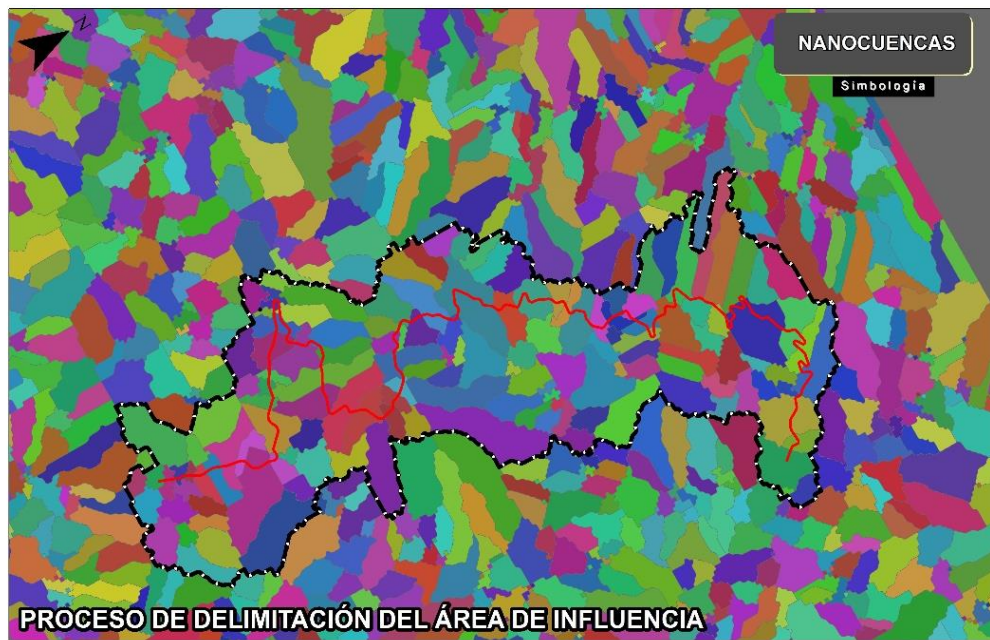


Imagen 10. Proceso de generación de nanocuenas para la zona de interés como parte de la generación del área de influencia para el proyecto de 13.3 km.



Imagen 11. Proceso de generación de nanocuenas para la zona de interés como parte de la generación del área de influencia para el proyecto de 3 km.

En las siguientes imágenes se muestran las nanocuenas con influencia directa para cada uno de los caminos a modernizar, aunado a la aportación de las cuencas visuales que más adelante se describen.

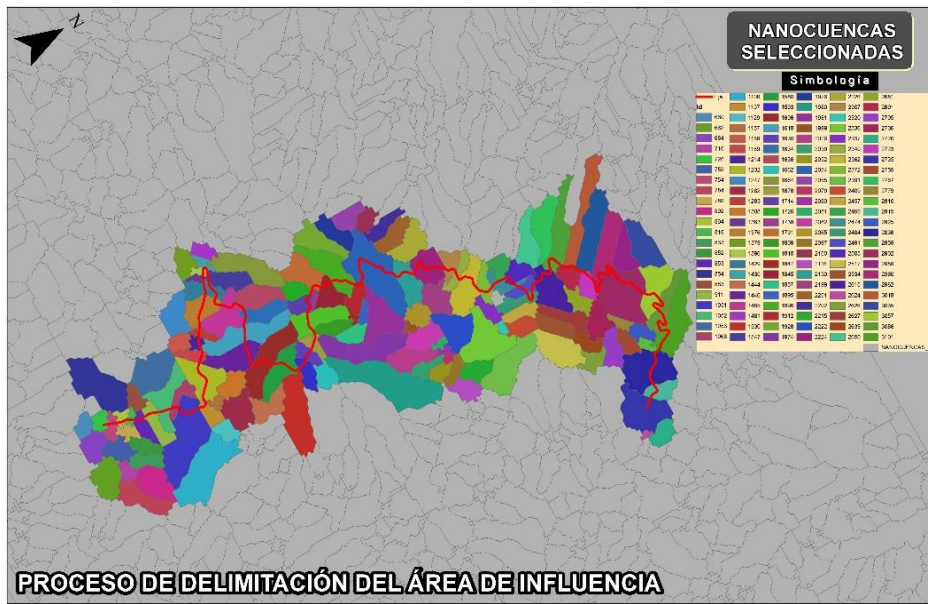


Imagen 12. Nanocuenas seleccionadas para el proyecto de 13.3 km.

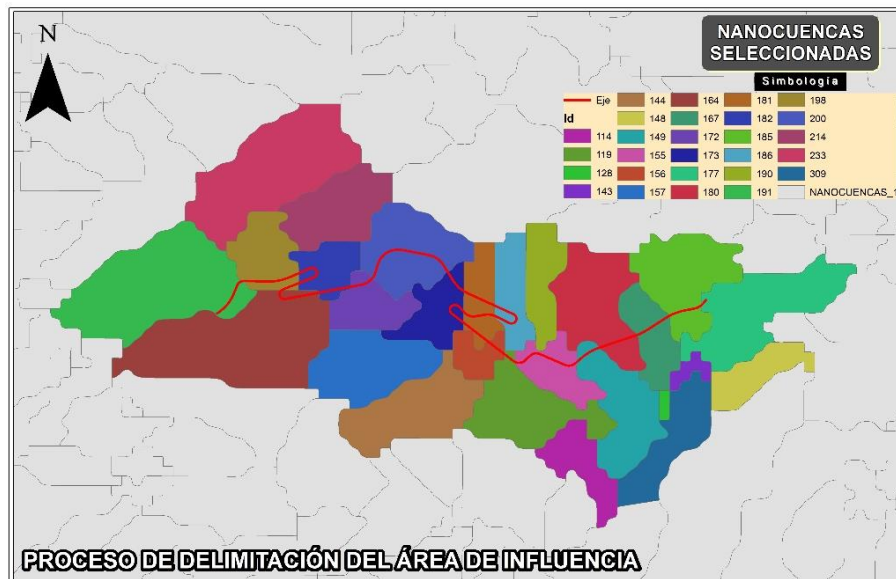


Imagen 13. Nanocuenas seleccionadas para el proyecto de 3 km.

De esta manera el arrastre de sedimentos y la sensibilidad del terreno fueron criterios importantes para la delimitación del área de influencia. Es por ello que se ha impuesto un límite que va desde la ubicación del camino (parte aguas) hasta el punto más bajo de las nanocuenas que interviene el proyecto, esto con énfasis en el artículo de Forman y Alexander 1998.

Como segundo criterio de impacto (ruido y paisaje visual) se ha generado una "cuenca visual", que se define en función del eje de los proyectos que pueden ser un determinado objeto y comprende todos aquellos puntos desde los que se puede contemplar el objeto considerado". Para este caso el camino a modernizar sería el objeto por visualizar y se asume

que para fines de delimitación los puntos donde se pueda apreciar el proyecto sin que algún cerro o parte aguas lo bloquee sería el límite hasta donde llagaran los impactos por ruido y aspectos o características visuales.

Para la definición geométrica de la cuenca visual se asume la visibilidad en todas las direcciones posibles (360°) y un dominio nítido de la vista humana de alrededor de 3,500 m. Esta distancia es variable en cada estudio y se refiere estrictamente a las condiciones necesarias para identificar lo observado con nitidez. En realidad, el dominio visual puede llegar a alcanzar los 12,000 m con facilidad, siendo función de las condiciones atmosféricas y de la iluminación. (García y Hernández, datos no publicados). En base a lo anterior se han calculado todas las cuencas visuales de las zonas consideradas, en función de su posible influencia en el desarrollo del proyecto.



Imagen 14. Cuencas visuales del proyecto de 13.3 km, desde las zonas verdes el proyecto podrá ser visible el eje del camino a modernizar.



Imagen 15. Cuencas visuales del proyecto de 3 km, desde las zonas verdes el proyecto podrá ser visible el eje del camino a modernizar.



El resultado del análisis de la cuenca visual se muestra de color verde y es posible apreciar que comparte características similares a la de los límites de las nanocuenas ya que los dos análisis se basan principalmente en los puntos más altos del terreno.

Posteriormente al generar el modelo de relieve es posible apreciar en los límites de las nanocuenas delineadas de color azul (proyecto de 13.3 km) y color negro (para el proyecto de 3 km), los límites de la cuenca visual que se iluminan de color verde compartiendo características en las zonas más altas del terreno, es por ello que el resultado de estos análisis enmarca de manera casi automática el área impactada directamente por los efectos visuales y sonoros para el límite del área de influencia de cada uno de los caminos.

Las características para esta zona son muy similares a lo largo de los proyectos, por lo consiguiente los límites de la cuenca visual y nanocuenas delimitan el área de influencia. Finalmente se realizó la unión de estas poligonales para el proyecto de 13.3 km y generar el Área de Influencia Final la cual tiene una superficie de **1,217.4518 ha**.



Imagen 16. Límites de las nanocuenas hidrológicas y visuales para la delimitación del AI, correspondiente al proyecto de 13.3 km.

De igual forma se realizó la unión de estas poligonales para el proyecto de 3 km y generar el área de influencia final la cual tiene una superficie de **220.2466 ha**.



Imagen 17. Límites de las nanocuenas hidrológicas y visuales para la delimitación del AI, correspondiente al proyecto de 3 km.

## VI. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Para la caracterización del medio abiótico del Sistema Ambiental Regional (SAR), se elaboró la cartografía temática escala 1:250 000 (INEGI); de la cual, se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), y se procedió a la revisión bibliográfica, así como la visita de verificación y reconocimiento en campo que permitieron realizar las descripciones realizadas a continuación.

### VI.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD DEL SAR.

#### VI.1.1 Medio abiótico

##### VI.1.1.1 Climas

A través de las clasificaciones climáticas se describe el comportamiento de estos elementos a lo largo del año, comparando unas regiones con otras. La descripción del clima de una zona o región sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes. A partir de 1964 Enriqueta García adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Ésta ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual INEGI y la CONABIO.

En el SAR donde se ubican los proyectos y que se delimito para la presente manifestación de impacto ambiental para la modernización de los caminos; registran dos tipos de clima, según la Clasificación climática de Köppen, modificado por García y es el siguiente:

Tabla 1. Climas presentes en el sistema ambiental regional.

Clima	Descripción
(A)C(fm)	Semicálido, templado húmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; con precipitación anual mayor de 1,000 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
C(fm)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

La tabla que a continuación se muestra, incluye los elementos que definen a estos tipos de clima registrados.

Tabla 2. Elementos climáticos que predominan en el SAR.

Clave	Tipo	Temperatura media	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
C(fm)	Templado	entre 12 y 18°C	21756.087	40.89
(A)C(fm)	Semicalido	18°C	31447.772	59.11
Total			53203.860	100.00

En el siguiente mapa (Imagen 18) se muestran los tipos de clima para el sistema ambiental regional.

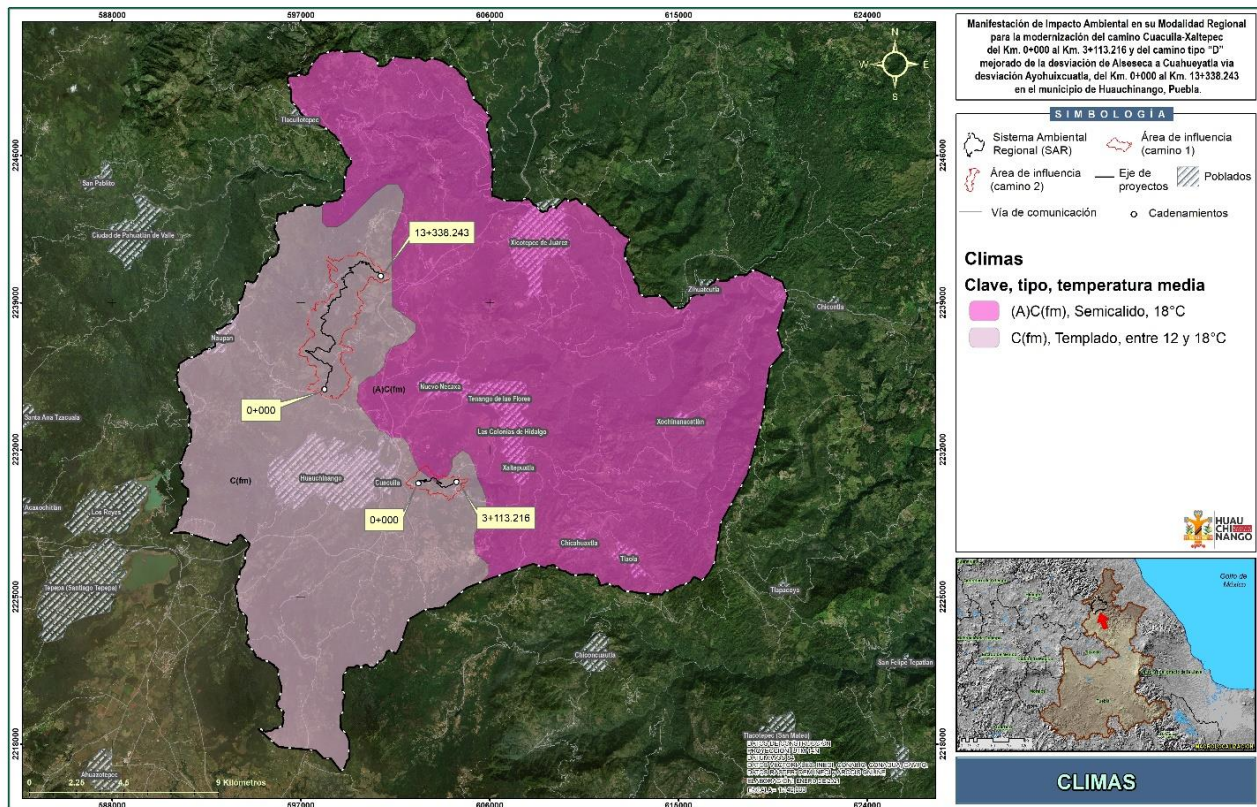


Imagen 18. Tipos de clima que predomina en el sistema ambiental regional.

## Vientos

La estación climática ubicada cerca de la zona de estudio no registra los vientos, sin embargo, por su ubicación en la Sierra Madre Oriental es posible detectar que los vientos dominantes en la mayor parte del año son los provenientes del este (Golfo de México), a excepción de los meses de noviembre a febrero donde dominan los vientos del noreste conocidos como "nortes".

## Estación climática

Dentro de la unidad de análisis se localizan distintas estaciones climáticas reguladas por CONAGUA las cuales registran los parámetros climáticos para esta región del Estado de Puebla. En lo que compete al proyecto de modernización de los caminos; la estación climática activa más cercana es la denominada Huauchinango con clave 00021118, la cual se localiza en latitud 20°11'33" N. y longitud 098°03'33" W y que ha mantenido registros constantes desde 1951. En la tabla se muestran los elementos y parámetros registrados por dicha estación.

Tabla 3. Registros de la estación climatológica Huauchinango con clave 00021118.

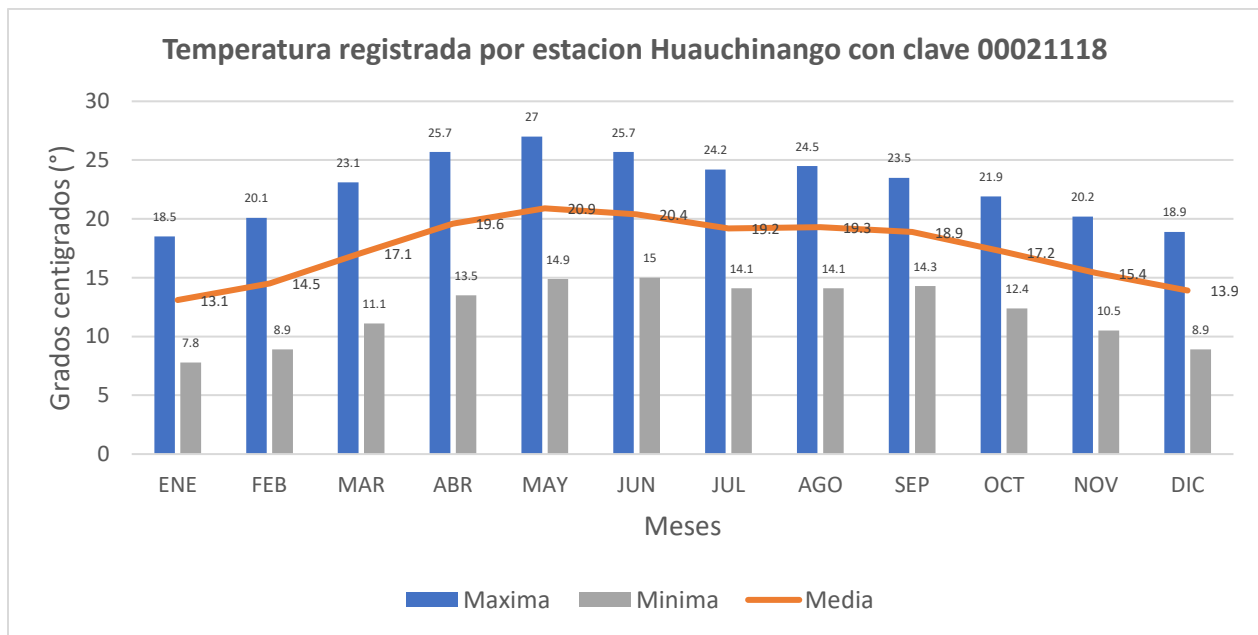
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima													
Normal	18.5	20.1	23.1	25.7	27	25.7	24.2	24.5	23.5	21.9	20.2	18.9	22.8
Máxima mensual	21.2	25.7	27.1	28.5	31.8	29.8	26.6	27.9	27	25	23	21.7	
Año de máxima	1974	1962	1973	1999	1998	1998	2005	1962	1977	1960	1973	2007	
Máxima diaria	32	33	37	39	39	36	32	31	32	33	31	31	
Temperatura media													
Normal	13.1	14.5	17.1	19.6	20.9	20.4	19.2	19.3	18.9	17.2	15.4	13.9	17.5
Temperatura mínima													
Normal	7.8	8.9	11.1	13.5	14.9	15	14.1	14.1	14.3	12.4	10.5	8.9	12.1
Mínima mensual	0.8	6.1	7.5	11.6	12.6	12.9	12.4	12.4	12.2	9.6	7.8	5.5	
Año de mínima	1961	1968	1968	1987	1970	1956	1956	1954	1956	1955	1954	1954	
Mínima diaria	-4	-7	0	4	1.9	8	8	8	6	-2	-9	-2.5	
Precipitación													
Normal	47.1	41	44.8	55.2	75.1	288.8	383.4	349	354.1	217.1	85.7	51.1	1,992.4
Máxima mensual	113.1	95.6	134.5	142	234	777	811.1	703	848.3	644.1	198.9	168	
Año de máxima	1992	1981	2004	1962	1964	1986	1955	1973	1955	1999	1955	1973	
Máxima diaria	89	36	85	79.9	119	139	180	133	203	285	72	69	
Evaporación total													
Normal	58	71.2	106	113.1	121.9	101.7	91.5	93.5	81.8	79.4	64.5	57.1	1,039.7
Número de días con													
Lluvia	9.8	8.7	8.7	8.5	8.6	17.6	22.9	21.4	20.1	14.4	10.6	9.4	160.7
Años con datos	53	52	54	54	54	54	55	54	55	54	53	51	
Niebla	10.1	7.6	7.3	6.2	4.6	6.2	7.7	6.8	8.1	8.4	8.5	8.9	90.4
Años con datos	53	52	54	54	54	54	55	54	55	54	53	50	
Granizo	0	0	0	0.1	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.6
Años con datos	53	52	54	54	54	54	55	54	55	54	53	50	
Tormenta eléctrica	0.1	0.4	1.5	3.3	4	6	9.4	8.6	4.6	1.4	0.5	0.1	39.9
Años con datos	53	52	54	54	54	54	55	54	55	54	53	50	

Temperaturas promedio mensuales, anuales y extremas (°C).

Los registros de temperatura en la zona de estudio reportadas por la estación Huauchinango, muestran una temperatura media anual de 17.5°C. La temperatura máxima mensual en promedio oscila los 22.8°C; mientras que la temperatura mínima promedio oscila los 12.1°C.

De acuerdo con los registros históricos para esta zona de Huauchinango, la temperatura máxima mensual registrada fue de 31.8 en mayo de 1998; mientras que los meses más fríos fueron enero de 1961 y diciembre de 1954 (0.8 °C y 5.5°C, respectivamente).

En la gráfica posterior se muestran los registros de temperatura obtenidos por la estación Huauchinango con clave 00021118.



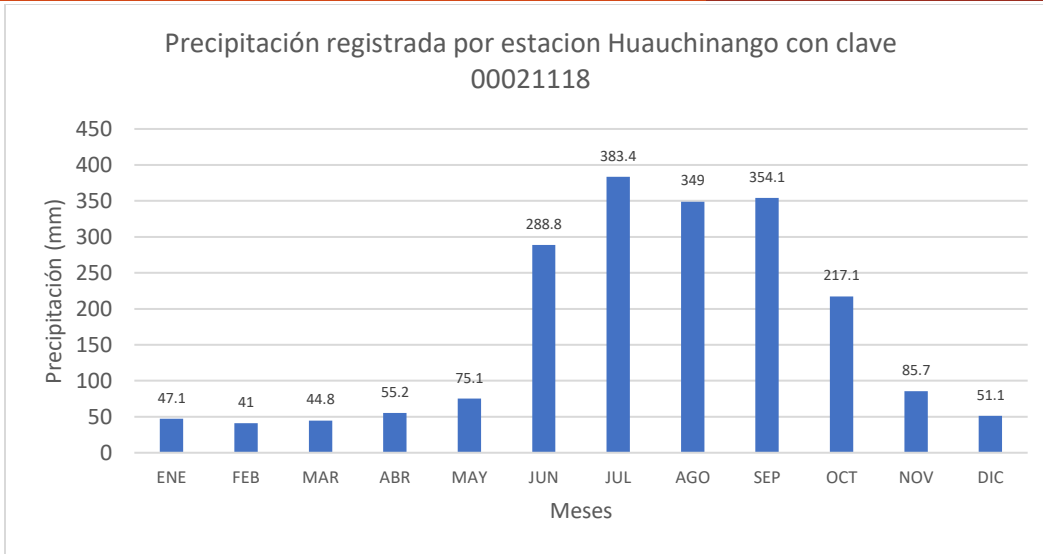
Gráfica 1. Temperatura registrada por la estación climática.

Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).

Los registros de precipitación en la zona de estudio manifiestan una precipitación media anual de 1,992.4 mm. Los meses más lluviosos son julio y septiembre (383.4 mm y 354.1 mm, respectivamente); mientras que los más secos son febrero y marzo (41 mm y 44.8 mm, respectivamente).

Cabe mencionar que, de acuerdo con los registros históricos de dicha estación climática, el año y mes más lluvioso se presentó en julio de 1955 con 811.1 mm, este dato es debido a la presencia de tormentas tropicales que azotaron al estado en dicho año.

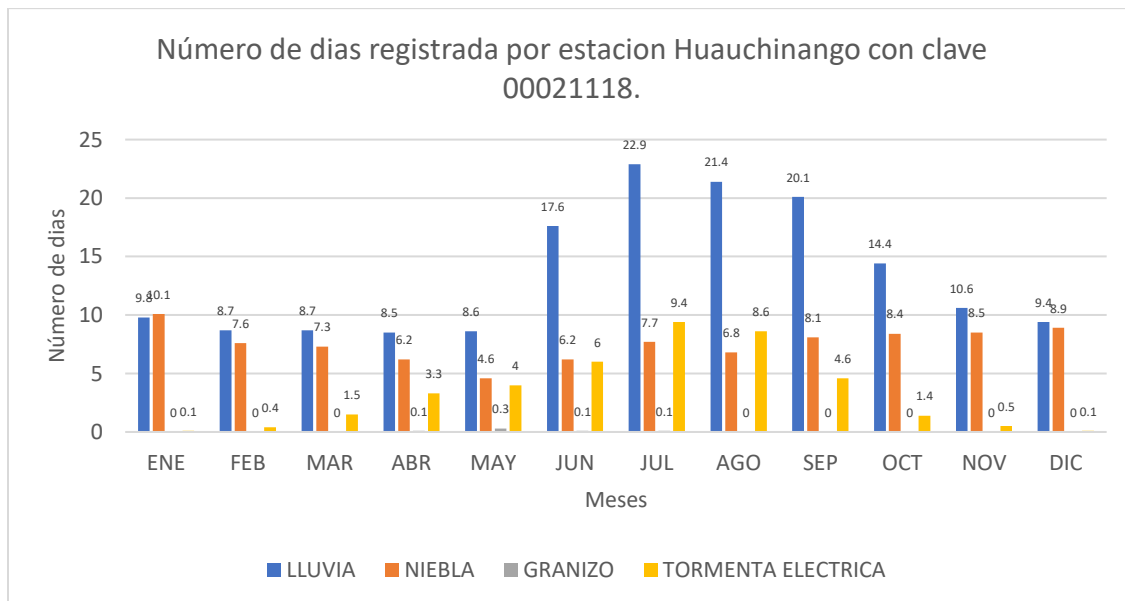
En la siguiente grafica se muestra la precipitación en base a los datos registrados por la estación Huauchinango con clave 00021118.



Gráfica 2. Precipitación registrada por estación climática.

Frecuencia de niebla, tormenta eléctrica y lluvia.

En Huauchinango, los fenómenos climáticos especiales que se presentan son las tormentas eléctricas con una frecuencia media, registrándose en varios meses del año, siendo el mes de julio el mes más alto con una incidencia de 8.7 días, mientras que la más baja corresponde a diciembre y enero con 0.1 días. Con respecto a niebla se tienen registros para todo el año donde el mes con mayor relevancia es enero con 10.1 días mientras que el más bajo fue mayo con 4.6 días. Para el registro de Granizo se registra en 4 meses de abril a Julio, siendo en junio el mes de mayo donde más actividad se presentó con 0.3 días. En la gráfica se muestran los registros de la estación meteorológica para estos fenómenos en base a número de días.



Gráfica 3. Lluvia, niebla, granizo y tormenta eléctrica registrada por estación climática.

A continuación, se presentan a detalle algunos fenómenos meteorológicos los cuales han tomado relevancia para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el Atlas Nacional de Riesgo (indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad).

### **Tormentas eléctricas**

Son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido). Ocurren entre mayo y octubre, pueden durar hasta dos horas acompañan a una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos e inundaciones repentinas.

En el SAR y el área de Proyecto se clasifica como una zona de muy alta incidencia de tormentas eléctricas.

### **Heladas**

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0 °C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0 °C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que, desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

En el SAR y el área de Proyecto se clasifica como una zona con baja incidencia de heladas.

### **Ciclones (Huracanes)**

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida.

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riego en zonas semiáridas (CENAPRED).

De acuerdo con el Atlas de Riesgos, para la ubicación geográfica del Proyecto y del SAR, el riesgo de ciclones es bajo.

### **Sequia**

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico. Otros factores climáticos como los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía.

El riesgo de sequía en la zona del Proyecto y SAR es bajo.

## Inundaciones

Acorde con el glosario internacional de hidrología (*OMM/UNESCO, 2013*) la definición oficial de inundación es: "Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

CENAPRED cataloga el área donde se localizará el Proyecto y SAR como una zona de riesgo por inundaciones Medio.

### **VI.1.1.2 Orografía**

Los límites del estado de Puebla encierran áreas que corresponden a cuatro provincias o regiones fisiográficas del país: y la que involucra el proyecto es la Provincia Sierra Madre Oriental, que penetra por el noroeste y llega hasta las inmediaciones de Teziutlán y Eje Neovolcánico en la parte sur del SAR.

#### Provincia Sierra Madre Oriental

Esta provincia consiste fundamentalmente en un conjunto de sierras formadas por estratos plegados. Dichos estratos están constituidos de rocas sedimentarias calcáreas y arcillosas de edad mesozoica, predominantemente de origen marino. Las rocas ígneas son poco abundantes; éstas cubren a algunas de las estructuras plegadas situadas en las proximidades del Eje Neovolcánico, así como a otras zonas de poca extensión ubicadas a lo largo de la sierra. En general, las altitudes de las cumbres de la Sierra Madre Oriental varían entre 2,000 y 3,000 m; en el borde suroccidental de la misma, a lo largo de una faja que se extiende desde la altura de Zacatlán hasta Xonacatlán, Puebla, las mayores elevaciones tienen entre 2,500 y 3,000 m.

#### Provincia Eje Neovolcánico.

Esta provincia ha sido descrita como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociados a grandes fallas y fracturas, más que como un "eje" continuo de dichos materiales. Esta faja volcánica tiene unos 900 km de longitud, y entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente; se extiende burdamente en dirección este-oeste casi de costa a costa del país, a la altura de los paralelos 19° y 20° de latitud norte.

Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente. Este volcanismo ha sido asociado a la subducción de la placa de Cocos en la placa de Norteamérica. Dicho fenómeno debió iniciarse durante el período Plioceno.

La provincia está constituida por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas, entre otros.

En la siguiente imagen se muestra la distribución espacial de las provincias fisiográficas dentro del SAR.



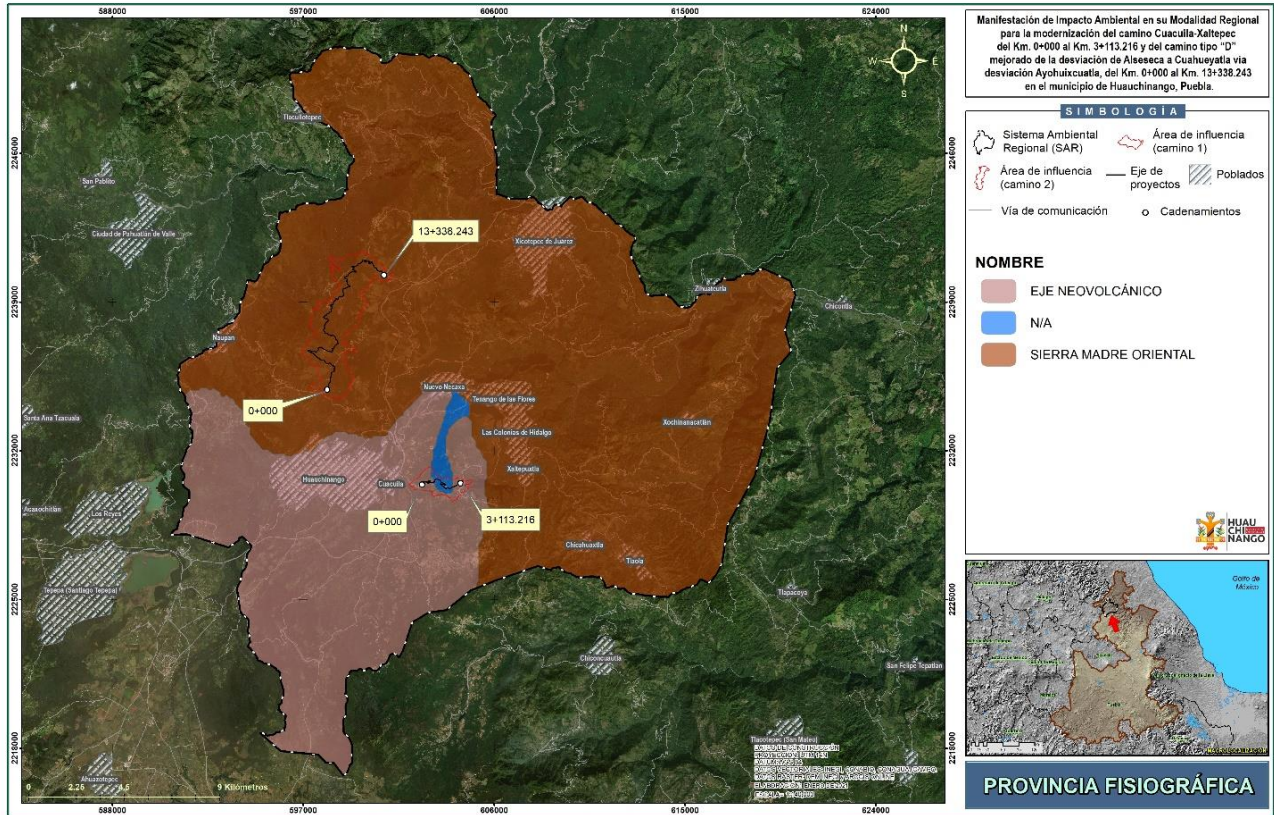


Imagen 19. Provincia fisiográfica que predomina en el SAR.

De acuerdo con la imagen anterior, dentro del SAR se registra una dominancia del 72.15% de la Sierra Madre Oriental y un 27.21% correspondiente al eje Neovolcánico como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Provincia fisiográfica en el SAR

Clave	Nombre	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
V	Sierra madre oriental	38387.910	72.15
X	Eje Neovolcánico	14474.724	27.21
H2O	N/A	341.225	0.64
Total		53203.860	100.00

### Subprovincias fisiográficas.

Dentro del SAR se registran 2 subprovincias fisiográficas que se muestran en la Imagen 20.

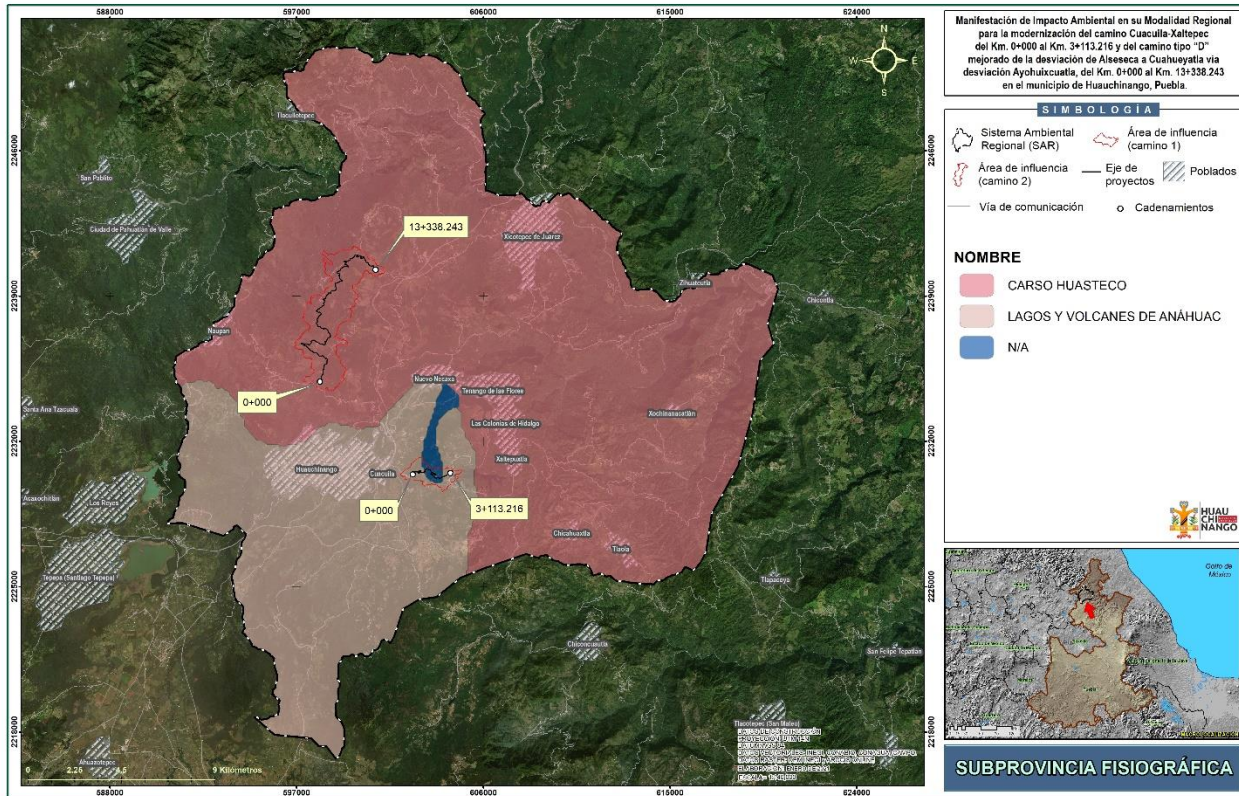


Imagen 20. Subprovincia fisiográfica que predomina en el SAR.

En la siguiente tabla se presentan las subprovincias fisiográficas presentes dentro del SAR.

Tabla 5. Subprovincia fisiográfica en el SAR

Clave	Nombre	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
30	Carso huasteco	38387.912	72.15
57	Lagos y volcanes de Anáhuac	14474.722	27.21
H <sub>2</sub> O	N/A	341.225	0.64
Total		53203.860	100.00

A continuación, se presenta una descripción de cada una de estas unidades registradas.

#### Carso huasteco:

La Sierra Madre Oriental está representada dentro de territorio poblano por la subprovincia Carso Huasteco, que constituye la región más meridional de esa gran provincia. Varias de las cumbres de las sierras tienen altitudes superiores a los 1,000 m pero la mayor, cerro Tenisteyo llega a los 3,200 m.

Se encuentra limitada al norte con las subprovincias Sierras y Llanuras Occidentales y Gran Sierra Plegada, de la Sierra Madre Oriental; al oeste con la subprovincia de Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, de la provincia Mesa del Centro; y al este con las Llanuras y lomeríos, de la Llanura Costera del Golfo Norte (INEGI, 2002).

Mientras que para el eje Neovolcánico, la subprovincia que se registra corresponde a Lagos y Volcanes de Anáhuac.

### Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac:

Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres. De oeste a este se encuentran en sucesión las cuencas de Toluca, México, Puebla y Oriental.

En el estado de Puebla esta subprovincia es la que abarca mayor superficie, ya que 35.93% de su territorio pertenece a ella. Limita al norte con las subprovincias Carso Huasteco, de la Sierra Madre Oriental, y Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz-Llave; y al sur colinda con las subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla, Sierras y Valles Guerrerenses y Llanuras Morelenses; todas éstas son integrantes de la provincia Sierra Madre del Sur. Ocupa casi toda la parte central de la entidad, desde la Sierra Nevada hasta el Pico de Orizaba; también el área de Izúcar de Matamoros y dos franjas que van desde Hueyapan y Ahuazotepec hasta la localidad de Oriental.

#### VI.1.1.3 Topografía

Los aspectos topográficos del sistema ambiental regional registran un relieve abrupto de manera general que van de 401 msnm hasta los 2,601 msnm, ubicándose ambos tramos a modernizar a una altitud entre 1,401 y 1,601 msnm. En el siguiente mapa, Imagen 21, se muestra la topografía del área de estudio.

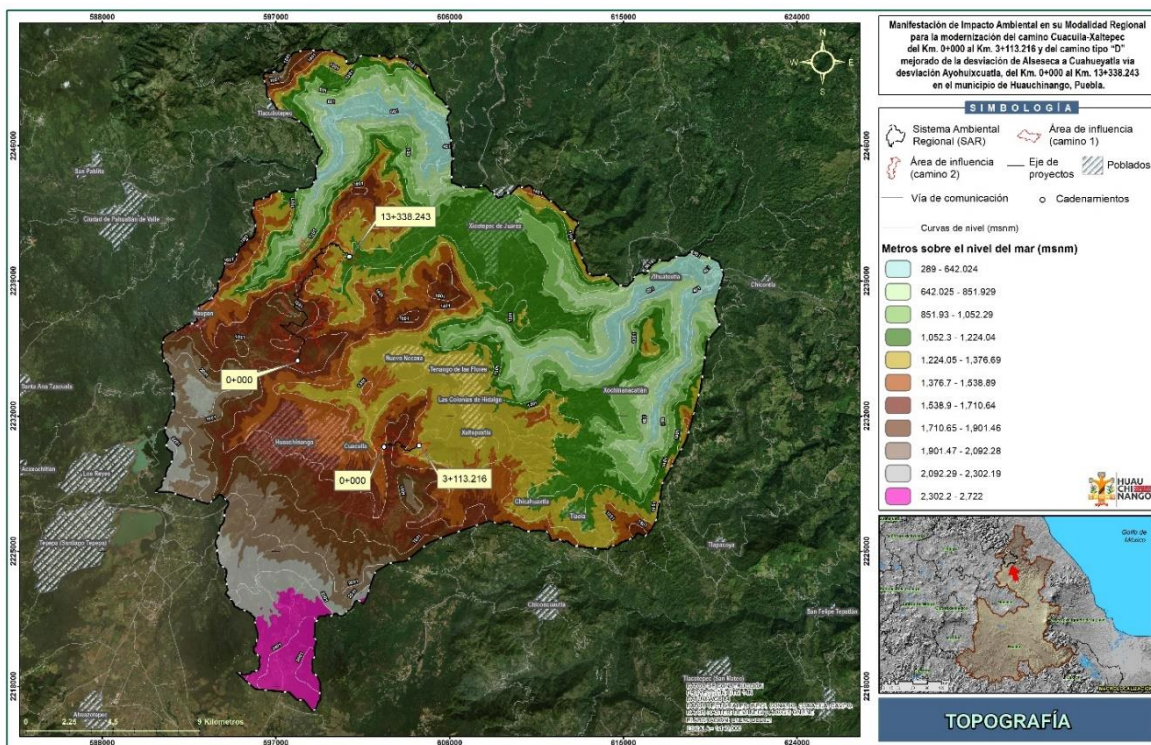


Imagen 21. Mapa topográfico para el Sistema Ambiental Regional.

#### Angulo de inclinación del terreno dentro del Sistema Ambiental Regional.

El ángulo de inclinación del terreno es un parámetro para visualizar los aspectos topográficos; los cambios de pendiente son descritos en términos de porcentaje de inclinación. La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.

En la siguiente imagen se presenta el ángulo de inclinación del terreno registrado dentro del SAR.

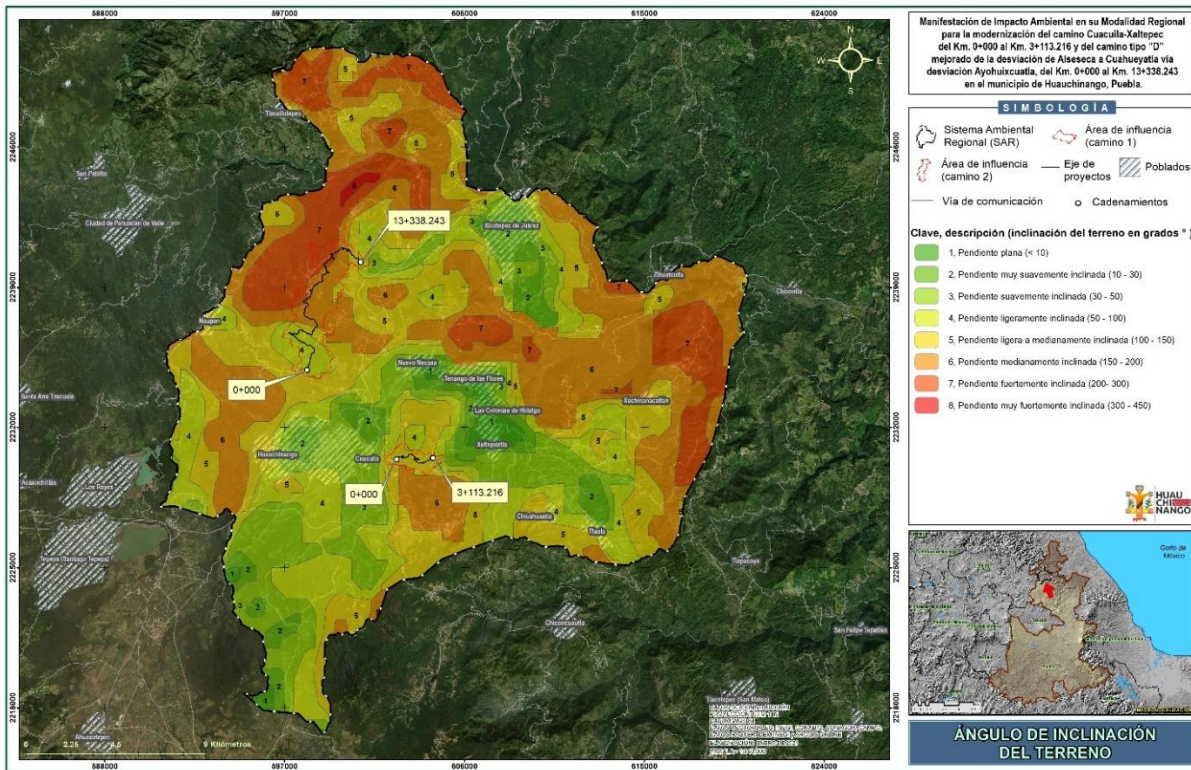


Imagen 22. Mapa de ángulo de inclinación del terreno para el sistema ambiental regional.

En la siguiente tabla se muestra lo anterior presentado en el mapa temático donde se puede observar lo abrupto del relieve.

Tabla 6. Pendientes registradas dentro del SAR.

ID	Descripción	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
1	Pendiente plana (< 10)	781.074	1.47
2	Pendiente muy suavemente inclinada (10 - 30)	3159.921	5.94
3	Pendiente suavemente inclinada (30 - 50)	7432.541	13.97
4	Pendiente ligeramente inclinada (50 - 100)	8883.780	16.70
5	Pendiente ligera a medianamente inclinada (100 - 150)	11677.383	21.95
6	Pendiente medianamente inclinada (150 - 200)	14826.227	27.87
7	Pendiente fuertemente inclinada (200- 300)	6317.056	11.87
8	Pendiente muy fuertemente inclinada (300 - 450)	125.902	0.24
	Total	53203.884	100.00

De acuerdo con la tabla anterior, se observa una dominancia marcada en la pendiente medianamente inclinada (150 - 200) con un 27.87% y Pendiente ligera a medianamente inclinada (100 - 150) con un 21.95% lo cual evidencia el tipo de relieve que registra la sierra norte de Puebla.

Y donde se localizan los tramos a modernizar se registra una pendiente del terreno que va de 50 a 200 grados.

### VI.1.1.4 Topoformas.

Dentro del SAR, de acuerdo con los datos vectoriales fisiográficos de INEGI, el sistema de topoformas se conforma por Sierra volcánica de laderas tendidas y Sierra alta escarpada. Siendo este último el dominante para la unidad de análisis como un 72.15%.

En la siguiente tabla se presenta la superficie y porcentaje de cada topoforma dentro del SAR.

Tabla 7. Topoformas dentro del SAR.

Clave	Nombre	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
100-0/01	Sierra alta escarpada	38387.908	72.15
100-0/03	Sierra volcánica de laderas tendidas	14474.726	27.21
H2O	Cuerpo de agua	341.226	0.64
Total		53203.860	100.00

En la siguiente imagen se muestra la distribución espacial de las topoformas dentro del SAR.

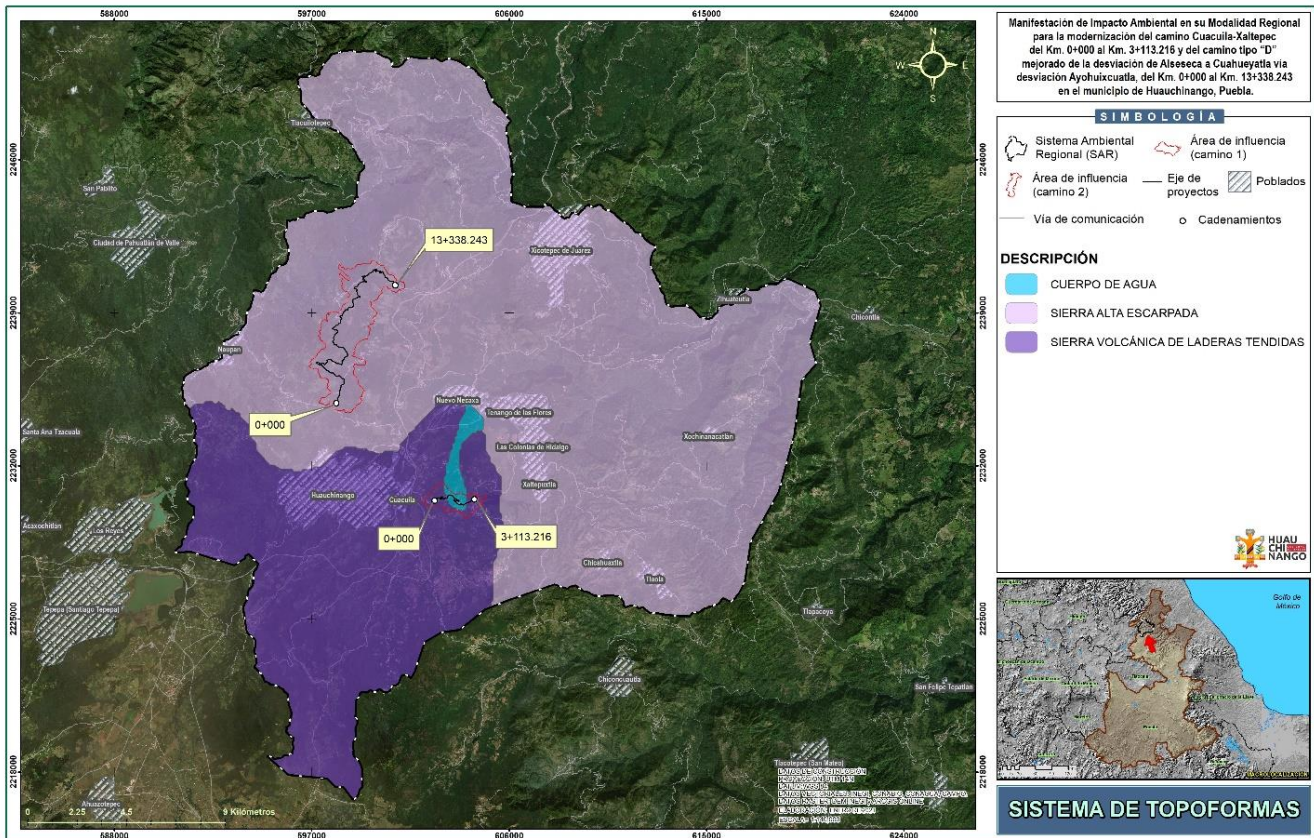


Imagen 23. Sistema de Topoformas registrada dentro del SAR.

### VI.1.1.5 Geología

La característica principal que tiene la Sierra Madre Oriental, desde el punto de vista geológico es la presencia de una potente secuencia de rocas sedimentarias plegadas y tectonizadas, además hay intrusiones de cuerpos ígneos. Las estructuras que la forman están constituidas por un paquete de calizas, lutitas, limolitas y rocas metasedimentarias del Jurásico y Cretácico, las cuales fueron plegadas por esfuerzos de tipo compresivo correspondientes a la orogenia.

#### Estratigrafía y Litología

A partir de la información reportada por las cartas geológicas elaboradas por el INEGI (2005) la estratigrafía y litología del área de estudio está conformada por una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias, así como depósitos de aluvión, cuyas edades van desde el Triásico hasta el Holoceno o Reciente. A continuación, se describen las unidades geológicas presentes, iniciando desde la más antigua a la más reciente.

- Rocas sedimentarias plegadas triásicas y jurásicas. Esta unidad incluye numerosas formaciones geológicas del Triásico, expuesto en pequeñas localidades, y del Jurásico Inferior, que constituyen parte del cuerpo principal de la sierra, con orientación al NW y con altitud de 1,000–2,500 m. Está constituida por lutitas, limolitas y areniscas, en estratos de grosor delgado a medio, que en su conjunto presentan poca resistencia al intemperismo y a la erosión, a lo que contribuyen los factores estructurales, como la inclinación de las capas en ángulo de más de 15°, las diaclasas y fracturas, y el contacto entre estratos de diferente competencia por los cuales se infiltra el agua. Estas rocas reúnen condiciones favorables para el desarrollo de procesos de caída y deslizamiento, principalmente. A las condiciones geológicas se agrega el relieve de vertientes altas y empinadas, en cortes erosivos de cientos de metros en sentido vertical. Por la superficie que representa, en esta unidad se produjeron un mayor número de procesos gravitacionales, y también los de mayor volumen, con profundidades de 1–2 m a más de 10 m, en caída, deslizamiento, flujo y combinaciones de éstos.
- Rocas volcánicas del Neógeno-Cuaternario. Tienen una distribución heterogénea en sentido horizontal y vertical, con grosor de unos pocos metros a cientos de metros, que al estar presentes constituyen un sello sobre las rocas sedimentarias mesozoicas. Numerosos procesos de remoción en masa ocurrieron en estas condiciones, notables en poblaciones como Zacatlán y Zapotitlán de Méndez (Capra et al., 2003b). Otra unidad consiste en un depósito de flujo piroclástico proveniente de la caldera de Los Humeros (Ferriz y Mahood, 1984), sin consolidación y con un grosor de incluso más de 30 metros, notable en poblaciones como Teziutlán y las situadas a lo largo de la carretera que lleva a Acateno, Tlatlauquitepec, así como Acuaco-Zacapoaxtla. Hay que considerar también la zona limítrofe entre depósitos volcánicos y rocas sedimentarias, donde el contacto geológico, la inclinación de las capas y la pendiente del terreno son factores de inestabilidad.
- Calizas, margas y lutitas del Jurásico Superior y Cretácico. Se presentan en estratos delgados a gruesos y son poco resistentes debido a su estructura; es común observarlas en laderas altas de cientos de metros y pendiente superior a los 20°. En estas rocas ocurrieron procesos de caída, deslizamiento y flujo (debris flow).
- Calizas masivas cretácicas de la Formación Tamaulipas Superior. Se presentan en un relieve de mesetas con desarrollo cársico, con numerosas dolinas y fracturas verticales y horizontales de anchura considerable, en algunos casos del orden de un metro. El relieve de mesetas termina en cortes verticales profundos, del orden

incluso de más de 300 metros. Se aprecian restos de dolinas colapsadas que acompañan el retroceso de los escarpes por caída de rocas, generalmente bloques de más de un metro de diámetro. En comparación con el resto de las rocas sedimentarias, el proceso es menos frecuente por la alta resistencia de la roca a la erosión. En la zona de Cuetzalan es común encontrarla cubierta por un suelo rojo de más de 6 m de grosor, del tipo terra rossa, el cual tiene importancia porque muchos deslizamientos de pequeña magnitud a los lados de las carreteras ocurrieron de estos suelos.

- Lutitas del Cretácico Superior. Son rocas que no ofrecen resistencia a la erosión, en las cuales el proceso más común, casi permanente, aunque en pequeña magnitud, es el desprendimiento. En el relieve generalmente forman lomeríos de poca altura, de decenas a 100–200 metros, resultado de una prolongada erosión. En los casos en que las lutitas se encuentran formando parte de la columna estratigráfica en condiciones de alta energía del relieve, en laderas montañosas o valles erosivos, resultan muy favorables para los procesos gravitacionales, por sus propiedades y por su contacto con otras rocas.

En la siguiente imagen se muestra la distribución espacial de cada una de las unidades geológicas dentro del SAR.

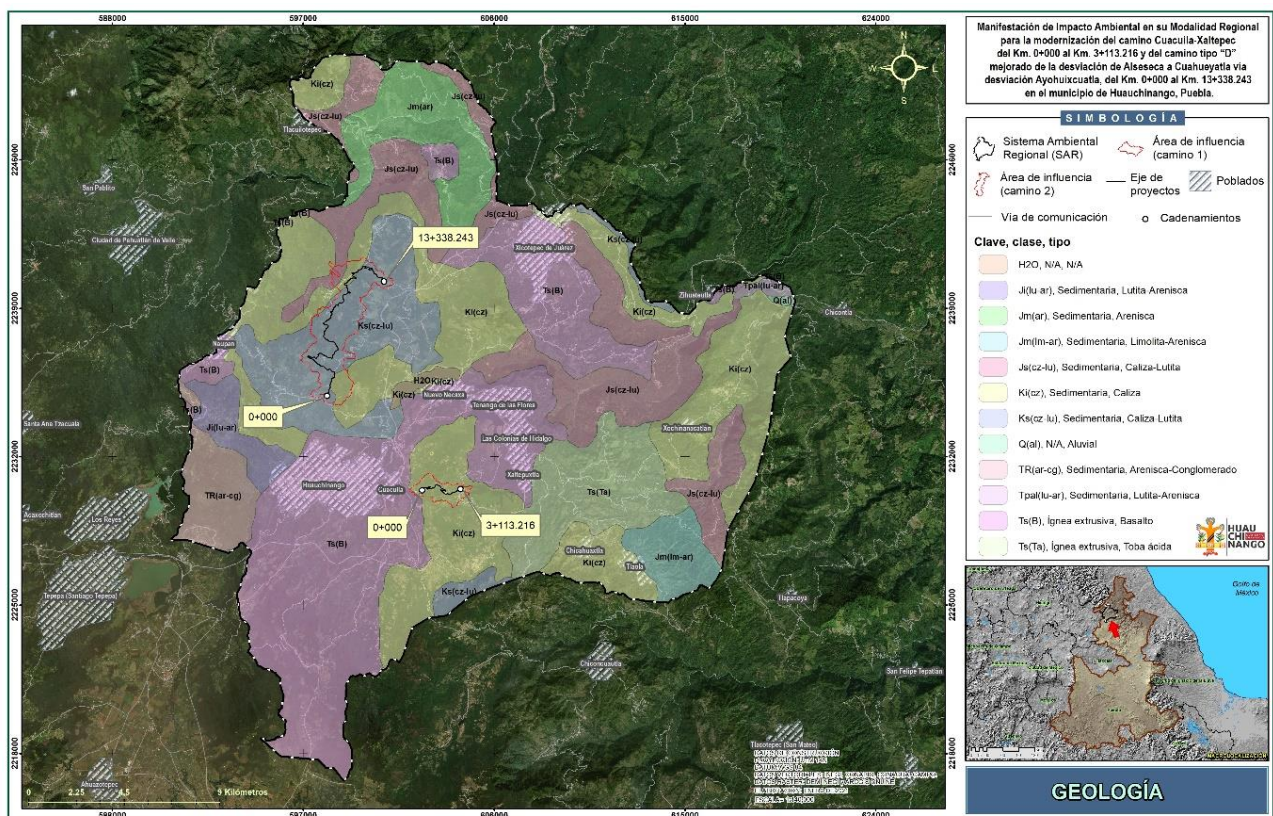


Imagen 24. Tipo de unidades geológicas en el sistema ambiental regional.

En la siguiente tabla se muestran los elementos geológicos que predominan dentro del SAR.

Tabla 8. Geología dominante en el SAR.

Clave	Clase	Tipo	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
H2O	N/A	N/A	192.441	0.36
Ji(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	1,009.274	1.90
Jm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	2,803.905	5.27
Jm(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	1,223.463	2.30
Js(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	7,470.900	14.04
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	14,704.520	27.64
Ks(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	5,182.922	9.74
Q(al)	N/A	Aluvial	44.385	0.08
Tpal(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	136.423	0.26
TR(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	1,631.582	3.07
Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	1,5461.771	29.06
Ts(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	3,342.274	6.28
Total			53,203.860	100.00

#### **VI.1.1.6 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca.**

##### Sismos

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano la República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circunpacífico, a su vez los estados que presentan mayor sismicidad en la República Mexicana son Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco, esto debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y la Ciudad de México. La red sismológica mexicana desde su inauguración hasta nuestros días mantiene la observación continua de los temblores cuyos registros se conservan en la Estación Sismológica de Tacubaya y otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM, encargada de operar el Servicio Sismológico Nacional -SSN- y su red de 35 estaciones sismológicas. El SSN reporta en el país, en promedio, la ocurrencia de cuatro sismos por día de magnitud  $M > 3.0$ .

##### Regiones sísmicas en México

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas.

Tabla 9. Clasificación sísmica en México.

Región	Clasificación
A	Bajo
B	Medio
C	Alto
D	Muy alto





El suelo es el resultado de la interacción de varios factores del ambiente y fundamentalmente de los siguientes: clima, material parental o tipo de roca a partir de la cual se originan los suelos, vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. El suelo está formado por horizontes y/o capas, las cuales se pueden apreciar en los cortes de las carreteras, pozos y zanjas.

Dentro del área de estudio, se aprecia la presencia de suelos como Acrisol, andosol, cambisol, durisol, fluvisol, luvisol, leptosol, phaeozem y regosol los cuales presentan texturas medias. Los suelos son aptos para la agricultura, ya que su característica principal es una capa superficial oscura, suave y rica en materias orgánicas y nutrientes.

En el siguiente mapa se muestra la distribución espacial de cada uno de los tipos del suelo dentro del sistema ambiental regional.

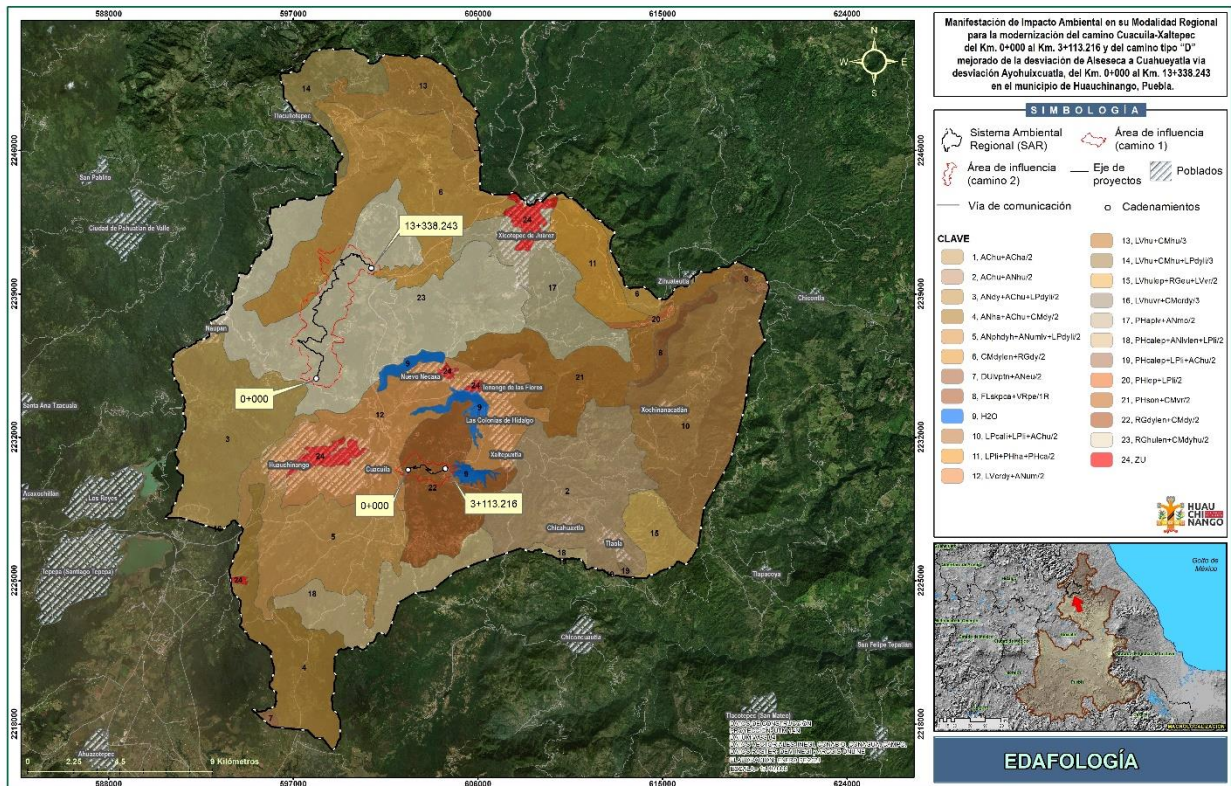


Imagen 26. Tipos de suelos que predominan en el sistema ambiental regional.

En la siguiente tabla se reportan los tipos suelos encontrados en la zona de estudio, de acuerdo con la cartografía de INEGI 1:250,000.

Tabla 10. Tipos de suelos registrados dentro del SAR.

ID	Clave	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Textura	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
1	ACHu+ACha/2	Acrisol	Acrisol	No	Media	17.702	0.03
2	ACHu+ANhu/2	Acrisol	Andosol	No	Media	4387.384	8.25
3	ANdy+ACHu+LPdyli/2	Andosol	Acrisol	Leptosol	Media	3684.505	6.93
4	ANha+ACHu+CMdy/2	Andosol	Acrisol	Cambisol	Media	2503.040	4.70
5	ANphdyh+ANumlv+LPdyli/2	Andosol	Andosol	Leptosol	Media	3530.120	6.64

ID	Clave	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Textura	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
6	CMdylen+RGdy/2	Cambisol	Regosol	No	Media	5466.448	10.27
7	DULvptn+ANeu/2	Durisol	Andosol	No	Media	43.598	0.08
8	FLskpca+VRpe/1R	Fluvisol	Vertisol	No	Gruesa	465.332	0.87
9	H2O	Na	Na	Na	Na	584.261	1.10
10	LPcali+LPli+ACHu/2	Leptosol	Leptosol	Acrisol	Media	4659.066	8.76
11	LPli+PHha+PHca/2	Leptosol	Phaeozem	Phaeozem	Media	1290.142	2.42
12	LVcrdy+ANum/2	Luvisol	Andosol	No	Media	4496.409	8.45
13	LVhu+CMhu/3	Luvisol	Cambisol	No	Fina	1520.454	2.86
14	LVhu+CMhu+LPdyli/3	Luvisol	Cambisol	Leptosol	Fina	1179.090	2.22
15	LVhulep+RGeu+LVvr/2	Luvisol	Regosol	Luvisol	Media	897.576	1.69
16	LVhuvr+CMcrdy/3	Luvisol	Cambisol	No	Fina	0.761	0.001
17	PHapl+ANmo/2	Phaeozem	Andosol	No	Media	2173.626	4.09
18	PHcalep+ANlven+LPli/2	Phaeozem	Andosol	Leptosol	Media	1950.349	3.67
19	PHcalep+LPli+ACHu/2	Phaeozem	Leptosol	Acrisol	Media	39.326	0.07
20	PHlep+LPli/2	Phaeozem	Leptosol	No	Media	126.365	0.24
21	PHson+CMvr/2	Phaeozem	Cambisol	No	Media	2728.575	5.13
22	RGdylen+CMdy/2	Regosol	Cambisol	No	Media	2443.942	4.59
23	RGhulen+CMdyhu/2	Regosol	Cambisol	No	Media	8227.344	15.46
24	ZU	Na	Na	Na	Na	788.444	1.48
	Total					53,203.860	100.00

Las capas de suelos para efectos de identificación se designan con letras mayúsculas, las cuales nos indican diferentes propiedades y características. A continuación, se realiza una descripción de cada uno de los suelos presentes en la unidad de análisis considerando al suelo dominante en cada una de las combinaciones encontradas.

### Descripción del suelo.

Primer nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por el horizonte de diagnóstico a continuación se describen los tipos de suelos presentes de acuerdo con la guía para la interpretación edafológica de INEGI y aplicable para esta región de Huauclilla, Puebla.

Acrisol: en esta región el suelo es dominante, ya que por su extensión de 292 km<sup>2</sup>, ocupa el primer lugar, suelo rojo con pequeños nódulos de hierro, perfil constituido por un horizonte A órico y B árgico, su estructura es de bloques subangulares de tamaño grande y buen desarrollo, es de textura arcillosa, suelo ácido, con baja capacidad de intercambio catiónico, así como saturación de bases; el contenido de cationes, el fósforo, la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio intercambiable son bajos.

Andosol: unidad edáfica con material parental de origen volcánico, profundo, superficialmente de color negro, textura arcillosa, estructura granular; en los horizontes inferiores, mantienen el color oscuro con bloques subangulares; reaccionan fuertemente con el floruro de sodio de acuerdo con los criterios de Donahue et al. (1981) y de Pritchett (1986).

Cambisol: presenta un horizonte A órico de color rojo claro y un B cámbico rojo; su estructura es en forma de bloques subangulares de tamaño grande y desarrollo moderado, la textura es migajón- arcillo-arenosa; pH ligeramente ácido,

contenido de materia orgánica moderada, el porcentaje de saturación de bases es mayor del 50%, el porcentaje de sodio intercambiable, la conductividad eléctrica es baja y la capacidad de intercambio es moderada.

Feozem: Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. Su símbolo en la carta edafológica es (H).

Feozem háplico. Símbolo: Hh. Feozem sin ninguna otra propiedad especial.

Luvisol: Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L).

Luvisol Crómico. Símbolo: Lc. Luvisol que cuando está húmedo es de color pardo oscuro a rojo poco intenso (rojizo).

Regosol: Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. El símbolo cartográfico para su representación es (R).

Regosol Calcárico. Símbolo: Rc. Regosol con algo de cal a menos de 50 cm de profundidad.

Durisol: se caracteriza por presentar horizontes profundos con un espesor mayor de 100 cm, el color varía desde negro o rojo oscuro a rojo claro; su estructura tiene forma de bloques subangulares, es columnar o prismática; textura arcillosa en todos los horizontes; con un pH ácido; conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y contenido de cationes bajos; rico en materia orgánica, valores indicados para esta unidad en Ford (1984), Fassenbender (1987), Palmer (1990) y Ticante et al. (1994).

Fluvisol: presenta un horizonte A órico y un B árgico, textura arcillosa, estructura de bloques subangulares y pardo oscuro; el contenido de la materia orgánica en el primer horizonte es alto y en los inferiores es baja; pH ácido, la conductividad eléctrica es baja, la capacidad de intercambio catiónico moderada, el porcentaje de saturación de bases es mayor del 50%, la cantidad de sodio, potasio y magnesio es baja, el calcio y fósforo son altos.

**Leptosol:** unidad de menor superficie, que cubre un área de 2 km<sup>2</sup>, con profundidad entre 10–30 cm; con un horizonte A ócrico que descansa directamente sobre la roca; textura arcillosa color negro y estructura granular, pH ligeramente alcalino; el contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico son moderadas; la saturación de bases es mayor del 50%; conductividad eléctrica y contenido catiónico bajos.

### VI.1.1.8 Degradación del suelo

La degradación es uno de los factores que mide el grado de perturbación en cualquier zona del país donde se identifica el tipo, causas y grados de impacto que lo generan. En el siguiente mapa se describe la degradación imperante dentro del sistema ambiental regional.

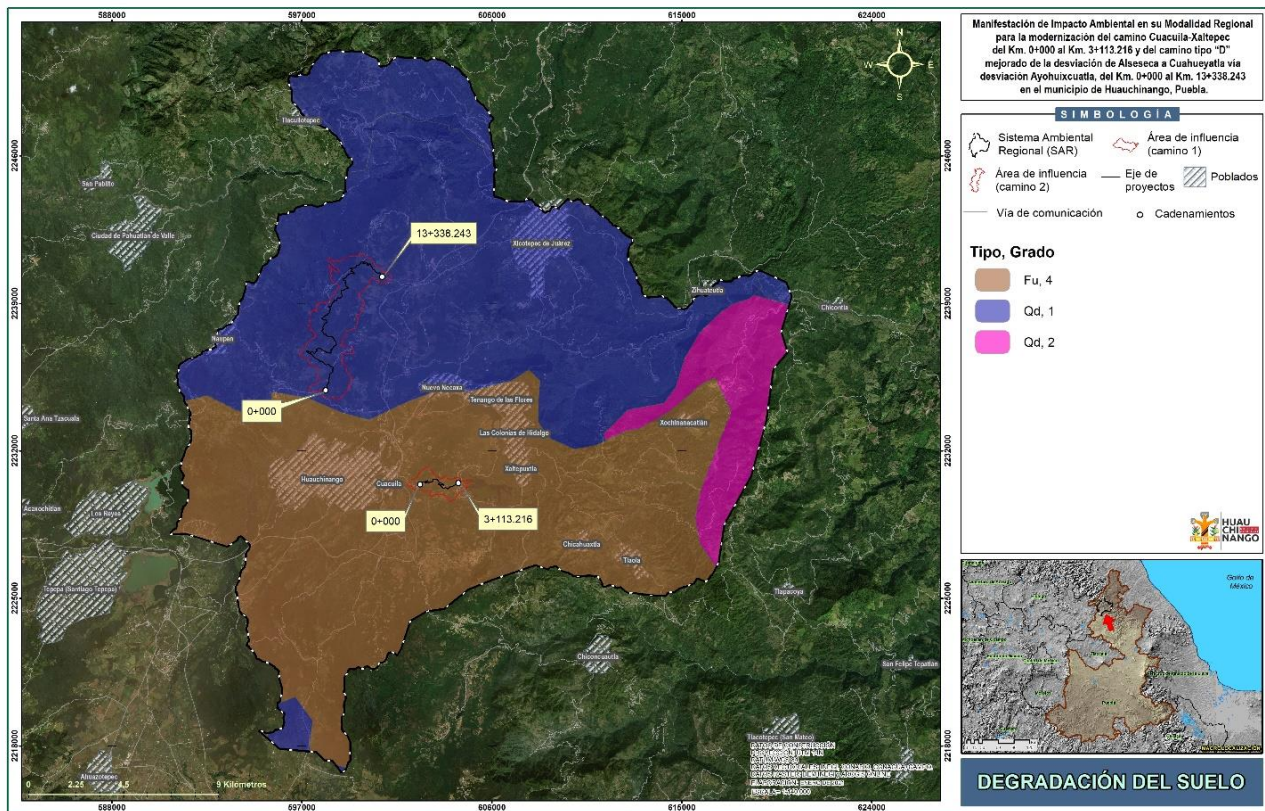


Imagen 27. Degradación registrada para el sistema ambiental regional.

En el siguiente cuadro se muestran las características del mapa anterior mostrado.

Tabla 11. Degradación del suelo dentro del SAR.

Tipo	Grado	Causas	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
Qd	1	a/f	25504.772	47.94
Fu	4	u/i	24344.034	45.76
Qd	2	a/f/e	3355.051	6.31
Total			53203.858	100

Qd: declinación de la fertilidad y Fu: pérdida de la función de la fertilidad.

Dentro del sistema ambiental regional existen dos tipos de degradación provocando alteraciones en los ecosistemas como lo es de tipo químico y físico de grado 1 considerado como ligera, 2 como moderado y 4 como extremo. Las principales causas de esta degradación se deben a la (a) agricultura, (f) deforestación, (u) urbanización, (i) actividades industriales, y (e) sobreexplotación de la vegetación para consumo tal como se muestra en las siguientes imágenes.



Fotografía 1. Evidencia fotográfica de la degradación en el SAR (Agricultura y urbanización).



Fotografía 2. Evidencia fotográfica de la degradación en el SAR (Actividades industriales y sobreexplotación de la vegetación para consumo).



Fotografía 3. Evidencia fotográfica de la degradación en el SAR (Deforestación).

Cabe mencionar que, por la cercanía del área del proyecto a la población de Huauchínango, la influencia humana en sus distintas actividades ha contribuido a la degradación y erosión del suelo. Dentro de los principales factores que determinan la vocación forestal de esta zona se encuentra la presencia de laderas alargadas con una inclinación que llega a ser superior al 60%, además de la presencia de un alto régimen pluvial que bajo condiciones de deforestación se considera como un factor potencial de alto riesgo de erosión.

#### **VI.1.1.9 Hidrología superficial y subterránea**

Se entiende por región hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios (*Ley de Aguas Nacionales 1992. Última reforma publicada DOF 11-08-2014*).

#### **VI.1.1.10 Hidrología superficial**

El área de estudio se localiza en su totalidad dentro de la región Hidrológica Tuxpan –Nautla RH-27, de acuerdo a la clasificación de INEGI, 1993. La Región Hidrológica no. 27 drena al Golfo de México, por tanto, se ubica en la porción este del país, entre las coordenadas 18° 57' y 22° 10' de latitud norte y 96° 25' a 98° 30' de longitud oeste. Las cuencas más importantes de esta región hidrológica son las de los ríos Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, Misantla y Colipa.

#### **Región Hidrológica Tuxpan –Nautla RH-27**

Se extiende en la Planicie Costera del Golfo Norte, y parte de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental; ocupa casi toda la parte norte del estado de Puebla (24.56% de la superficie de la entidad). Dentro del estado, el límite sur de la región está constituido por el parteaguas que forman las estribaciones más meridionales de la sierra Norte y que se extiende al noroeste de los poblados de Libres y Cuyoaco, así como al sur de Zaragoza y Teziutlán, sobre la vertiente norte de la caldera de los Humeros. Desde esta zona, la región se extiende hasta los estados de Veracruz-Llave Hidalgo. En la entidad está representada por las cuencas (A), Río Nautla; (B), Río Tecolutla; (C), Río Cazones y (D), Río Tuxpan.

- **Cuenca (27C) Río Cazones.**

En territorio poblano, está representada por dos subcuencas A) Río Cazones y B) Río San Marcos, integradas a su vez, por múltiples escurrimientos menores. La corriente de la última subcuenca nace en la sierra de Puebla, a partir de la unión de los ríos Chila y Naupan. Las dos subcuencas suman cerca del 3.70% del territorio estatal. El rango de escurrimiento en la cuenca es alto y en general, va del 20 a más del 30%.

- **Cuenca Río Tecolutla.**

Cuenca del Río Tecolutla, esta región se localiza en la parte central del Golfo de México. Limita al norte y oeste con la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, al sur con la Región Hidrológica 28 Papaloapan, al este al Golfo de México, donde vierte sus aguas. Comprende parte de los estados de Veracruz, Puebla y pequeñas porciones del norte de Tlaxcala y el



noreste de Hidalgo. La parte alta de la región está dominada por la Sierra Madre Oriental y la planicie por la Llanura Costera del Golfo de México.

La corriente principal recibe los nombres de arroyo Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente el de río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tecuantepec y Laxaxalpan; en su curso medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y del río Chichicatzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, en el parteaguas con la Región Hidrológica 18, a una elevación de 3,500 msnm a 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlaxcala. Confluyen a él por margen izquierda los arroyos Huixcolotla y Los Lobos y a partir de esta confluencia recibe el nombre de río Coyuca. Su curso se desarrolla a 2,200 m de altitud en el estado de Puebla donde recibe por la margen izquierda los arroyos Tetzoncuahuixtic y San José y por la derecha los arroyos Texocuixpan y Tlapizaco; en ese sitio el colector cambia su nombre a río Apulco.

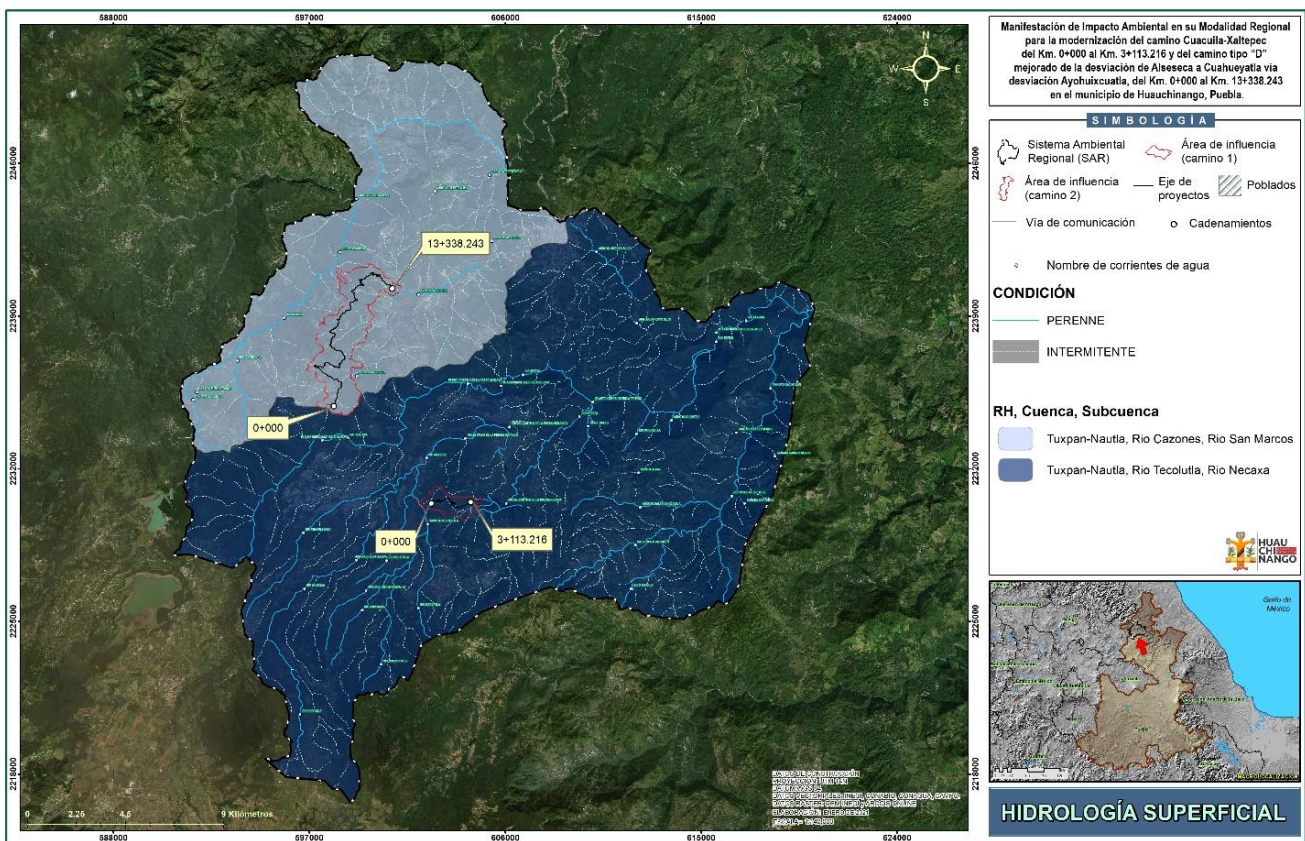


Imagen 28. RH, Cuenca y Subcuenca hidrológica que predomina en el sistema ambiental regional.

En la siguiente Tabla 12 se describe lo presentado en el mapa anterior.

Tabla 12. Hidrología superficial dentro del SAR

Clave	Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
RH27	Tuxpan-Nautla	Río Cazones	Río San Marcos	15910.167	29.90
RH27	Tuxpan-Nautla	Río Tecolutla	Río Necaxa	37293.692	70.10
	Total			53203.860	100

- **Subcuenca (RH27cb) del río San Marcos**

El río San Marcos que recibe aportaciones de arroyos diversos y de los ríos Trinidad, Mamiquetla y Nauapan.

Subcuenca Río San Marcos.

La subcuenca del río San Marcos se localiza al noroeste de Puebla, enmarcada dentro de las coordenadas geográficas: 20°03' y 20°34' de latitud Norte y 97° 24' y 98°17' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich (INEGI, 2000) cuenta con una superficie de 70 376.6 ha y abarca territorio de los municipios: Naupan, Jalpan, Pahuatlán, Tlacuilotepec, Xicotepec de Juárez, Venustiano Carranza y Zihuateutla de la Sierra Norte del estado de Puebla; y Coyutla y El Espinal del estado de Veracruz. Presenta tres tipos de clima: al oeste, templado húmedo con lluvias todo el año, al centro semicálido subhúmedo y, finalmente, al este cálido húmedo con lluvias todo el año. Cuenta con precipitaciones promedio de 3,000 mm anuales.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de cafetales y el insuficiente estrato arbóreo, lo que da lugar a superficies de suelo susceptibles a la acción directa de las aguas, ya que un suelo desprotegido recibe el impacto directo de las gotas de lluvia de alta energía cinética; además de que se elimina la red de raíces y la capa de restos vegetales que impiden el arrastre de las partículas del suelo por la escorrentía.

#### **VI.1.1.11 Hidrología subterránea**

La formación y presencia de depósitos de aguas subterráneas (acuíferos) en un territorio requiere de ciertas condiciones naturales que abarcan diferentes aspectos, entre ellos el origen y constitución de los materiales geológicos que lo conforman, su estratificación, granulometría, etc., las cuales definen áreas identificadas como unidades geohidrológicas (estrato en la Ley de Aguas nacionales, 2013).

En este sentido, el origen volcánico de la superficie del SAR ha contribuido a la formación de amplios espacios receptores de materiales piroclásticos y sedimentarios que han favorecido la presencia de valles intermontanos que captan tanto escurrimientos como excedentes pluviales generados en diferentes áreas de este.

La trayectoria del agua bajo la superficie, por el proceso de infiltración, es básica para la comprensión de la formación del recurso hídrico subterráneo. El agua del ciclo hidrológico que se infiltra en el suelo atravesando dos grandes zonas del perfil de infiltración: la zona de aireación (denominada zona no saturada o vadosa) y la zona saturada o de saturación. El agua subterránea, como parte integrante del ciclo hidrológico sufre la influencia de los procesos de superficie, que interferirá en el comportamiento de la recarga de los acuíferos y las características del agua subterránea. La zona no saturada es la región situada entre la superficie del terreno y la zona de saturación de agua. Se caracteriza por la presencia de poros rellenos por aire y agua. La zona saturada se sitúa debajo de la superficie freática y se caracteriza por el relleno de todos los poros por agua y es área de estudio de la hidrogeología. Un acuífero es una formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades, el tipo se pueden diferenciar por las características litológicas (dendríticos o carbonatados), por el tipo de hueco (poroso, cársico o fisurado) o por la presión hidrostática (libres, confinados o semi confinados), esto varía dependiendo de la zona en la que se encuentre dicho acuífero. (CNA, 1994).

Tabla 13. Hidrología subterránea registrada en el SAR y características.

ID	Descripción	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
4	Cenozoico superior volcanico (mioceno a reciente). rocas volcanicas (lavas, brechas y tobas). principalmente basálticas y andesíticas. permeabilidad media a alta (localizada).	14003.152	26.32
7	Cretacico superior. rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas (lutitas, limolitas y calizas arcillosas). permeabilidad baja (localizada).	1210.097	2.27
8	Cretacico medio e inferior. terciario (península de yucatan). rocas sedimentarias marinas predominantemente calcareas (calizas y areniscas). permeabilidad alta (localizada).	30344.810	57.03
9	Jurasico lutitas, limolitas, areniscas y calizas limo arcillosas. permeabilidad baja a media (localizada).	7645.801	14.37
	Total	53,203.859	100.00

El SAR se asienta distintos acuíferos tal como se observa en la Tabla 14

Tabla 14. Acuíferos y porcentaje dentro del SAR.

Nombre	Superficie (has)	Porcentaje en SAR
Poza Rica	37778.054	71.01
Alamo-Tuxpan	236.393	0.44
Tecolutla	570.241	1.07
Acaxochitlan	14619.172	27.48
Total	53,203.860	100.00

En la Imagen 29, se muestran los distintos acuíferos presentes dentro del SAR.



$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

$$DAS = 19.9 - 11.6 - 3.050719$$

$$DAS = 5.249281$$

La cifra indica que existe un volumen disponible de 5'249,281 m<sup>3</sup> anuales para otorgar nuevas concesiones.

### Acuífero Poza Rica.

Disponibilidad.

Recarga total media anual (R): La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de 55.7 hm<sup>3</sup> /año, todos ellos son de recarga natural.

Descarga natural comprometida (DNC): La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para este caso, su valor es de 37.0 hm<sup>3</sup> anuales, que corresponde a las salidas subterráneas que presenta el acuífero.

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS): Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 11,372,581 m<sup>3</sup> anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA): La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

$$DMA = 55.7 - 37.0 - 11.372581$$

$$DMA = 7,327419 \text{ hm}^3 \text{ /año.}$$

La cifra indica que existe un volumen adicional de 7,327,419 m<sup>3</sup> anuales para otorgar nuevas concesiones.

## VI.1.2 Medio biótico

### VI.1.2.1 Caracterización de la vegetación

De acuerdo con el análisis sobre los tipos de vegetación realizada en este estudio, con apoyo de la capa de uso del suelo y vegetación serie VI, escala 1:50 000 del Conjunto de datos vectoriales INEGI (2017) (Imagen 30), señalan que, en el SAR delimitado para el proyecto, se distribuyen los siguientes tipos de uso de suelo y vegetación: *Agricultura de temporal anual* (TA), *Pastizal inducido* (PI), *Bosque de Pino-Encino* (BPQ), *Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña* (VSa/BM), *Pastizal cultivado* (PC), *Bosque Mesófilo de Montaña* (BM), *Selva Baja Caducifolia* (SBC), *Vegetación secundaria arbórea y arbustiva de Bosque de Pino-Encino* (VSa-BPQ), *Bosque de Pino* (BP) y *Bosque cultivado* (BC).

- **Bosque de Pino**

Estas comunidades vegetales 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 30m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*.

- **Bosque de Pino-Encino**

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. 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. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva**

En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes. La vegetación secundaria 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.

- **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. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

- **Pastizal Inducido**

Esta comunidad dominada por gramíneas 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.

- **Selva Baja Caducifolia**

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Havardia acatlensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, entre otras.

- **Bosque Mesófilo de Montaña**

Fisonómicamente es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de los vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 a 2 700m, donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1 000mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23°C. El Bosque Mesófilo de Montaña posee estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa, en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hoja perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m y aún mayores, como micoxcuáhuatl (*Oreomunnea mexicana*), lechillo (*Carpinus caroliniana*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino, roble (*Quercus spp.*), pino, ocote (*Pinus spp.*), tila (*Ternstroemia pringlei*), jaboncillo (*Clethra spp.*), *Podocarpus spp.*, *Styrax spp.*, *Ulmus mexicana*, *Juglans spp.*, *Dalbergia spp.*, *Eugenia spp.*, *Ostrya virginiana*, *Meliosma spp.*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Prunus spp.*, *Matudaea trinervia* y *Acer skutchii*, mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias, como por ejemplo arbustos de los géneros *Archibaccharis sp.*, *Celastrus sp.*, *Clematis sp.*, *Gelsemium sp.*, *Parthenocissus sp.*, *Philadelphus sp.*, *Rhus sp.*, *Smilax sp.*, *Vitis sp.*, etc.

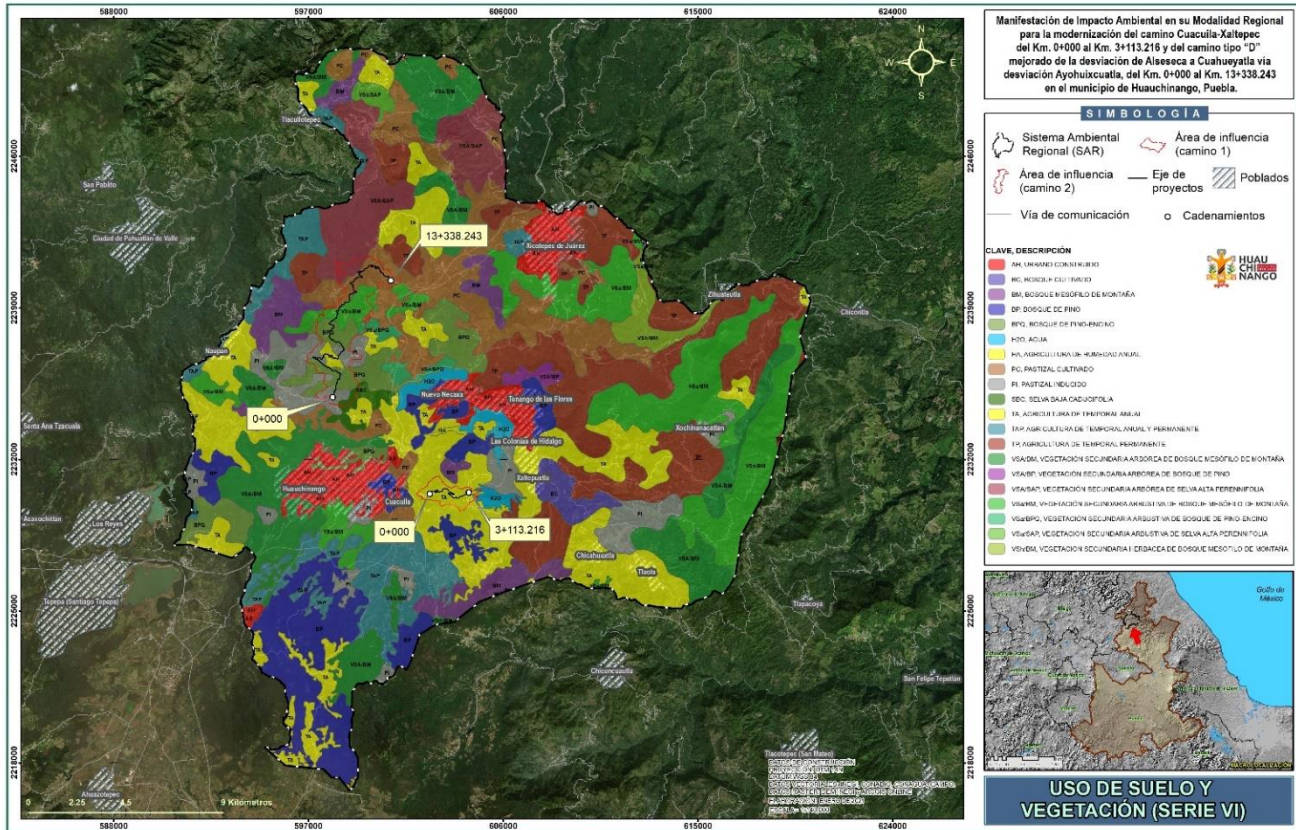


Imagen 30. Mapa de uso de suelo y vegetación en el SAR delimitado y áreas de influencia.

- Método de muestreo para caracterización de flora

La representatividad estadística se refiere a que la muestra obtenida de una población debe representar a esta en función de los niveles de precisión y confiabilidad, para poder extrapolar los resultados obtenidos hacia dicha población (Otzen, 2017). El muestreo con representación estadística es un método de investigación que consiste en un conjunto de técnicas que se utilizan para seleccionar de una población determinada una muestra que la represente, estimar las características de interés y medir la confiabilidad de esas estimaciones (Quintana, 1993). Cuando un estudio se centra en la estimación de la riqueza de especies de una comunidad, la representatividad del muestreo se debe abordar mediante la curva de especies-área o mediante la curva de especies-individuos, las cuales se emplean cuando los individuos son registrados uno a uno, permitiendo realizar cálculos de los índices de diversidad (Ramírez, 2006). Los métodos con área definida son la principal herramienta para describir la vegetación de una zona, permiten la estandarización de los atributos estructurales de las comunidades y facilitan la interpretación de las características de la vegetación. Por medio de este tipo de estudios se pueden realizar predicciones (como la riqueza florística), la diversidad, la importancia ecológica de cada especie, entre otras. Además, permite realizar comparaciones directas con otros trabajos e incluso extrapolar la información obtenida a ambientes más grandes (Ferro-Díaz, 2015). Para el presente estudio se realizó un muestreo dirigido, en donde se determinan los estratos que conforman la población blanco para seleccionar y extraer de ellos la muestra, considerando que el estrato es un subgrupo de unidades de análisis que difieren en las características que van a ser analizadas (Otzen, 2017). El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales de una población según el juicio de los investigadores, con este se pueden hacer estimaciones puntuales dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad, el muestreo dirigido es posible de realizar cuando se tiene información previa del sitio (Villalta, 2001). Por ello se determinó el uso de muestreos circulares con un radio de 11.28 m para el registro de individuos de porte



arbóreo y las especies arbustivas, quedando un área de muestreo de 400 m<sup>2</sup> y para herbáceas se usó u subsitio de muestreo de 1 m<sup>2</sup>.

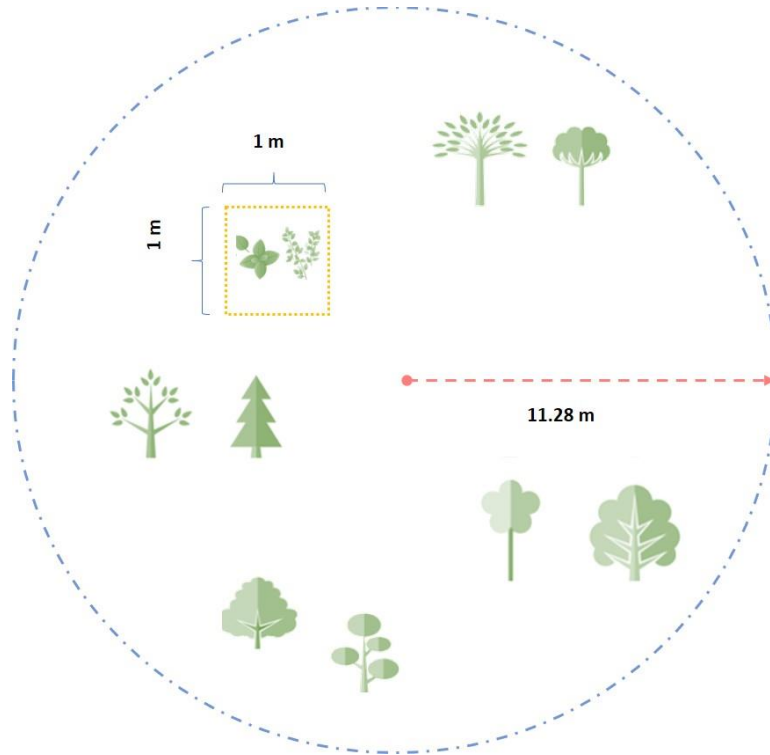


Imagen 31. Esquema general del diseño de muestreo circular (400 m<sup>2</sup>) utilizado para el registro de datos en el SAR y el polígono del proyecto.

Aunque los muestreos circulares generalmente se utilizan para vegetación de bosque o selva, se pueden realizar este tipo de delimitación para cualquier tipo de vegetación (Mostacedo, 2000; CONAFOR, 2011; Bautista et al., 2004; Ramírez, 2006). Además, este tipo de muestreo facilita la toma de datos, delimitación y referenciación geográfica, por su practicidad es muy adecuado para optimizar el trabajo de campo y para controlar el efecto borde al momento de contabilizar individuos de plantas, porque su relación perímetro/área es menor que en parcelas cuadradas de idéntica superficie (González-Oliva et al., 2017). Respecto a la caracterización de la estructura de la vegetación, esta técnica considera los análisis en base a los estimados de densidad, área basal, frecuencia de árboles, altura del dosel, densidad de los arbustos, por ciento de cobertura del suelo y por ciento de cobertura del dosel; además cuando la vegetación es escasa se recomienda ampliar el radio del círculo a 12.77 m<sup>2</sup> o una superficie de 500 m<sup>2</sup> (Ferro-Díaz, 2015).

Por otro lado, el muestreo por cuadrantes de 1m<sup>2</sup> es muy utilizado para evaluar la diversidad de herbáceas en diferentes tipos de vegetación (Gutiérrez-Flores, 2012; Krebs, 2014). Algunos estudios recomiendan que para la vegetación menor como hierbas, gramíneas y pequeñas cactáceas se utilice un cuadrante de un metro por lado y se debe colocar generalmente al centro de las unidades o subunidades de muestreo, registrando todos los individuos presentes de cada especie (CONAFOR, 2018). No obstante, la decisión del tamaño de la unidad muestral deberá depender de las características del sitio, objetivo del inventario, así como del número de personas y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

Es importante señalar que se hizo una exploración previa del trazo antes de determinar los puntos de muestreo, debido a las dimensiones de los polígonos del proyecto y usos de suelo, pues existen fragmentos de vegetación secundaria mezclados con áreas de cultivo, áreas de pastoreo y áreas habitacionales de localidades rurales. Es por ello por lo que, los muestreos dentro del predio del proyecto se ubicaron de manera dirigida en aquellas áreas con vegetación representativa de las condiciones actuales de los polígonos. De igual manera se consideraron estas características para la ubicación de los sitios de muestreo para el SAR, además de la topografía del terreno que permitiera la delimitación del área de muestreo y la presencia de superficies de propiedad privada a las cuales no se tuvo acceso.

Una vez que se determinaron los sitios de muestreo se procedió a realizar la exploración de campo para su ubicación, se colocó una marca en la coordenada central de cada sitio eligiendo un árbol como referencia al cual se puso una marca con cinta y etiqueta correspondiente. Para la delimitación de la superficie objetivo (400 m<sup>2</sup>), se utilizó una cinta métrica de 30 m de longitud para medir un radio de 11.28 m a partir del árbol central y trazar una circunferencia dentro de la cual se contabilizaron a los individuos de porte arbóreo y arbustivo y se midió la cobertura de la copa de manera visual en caso de árboles y con cinta métrica en caso de arbustos, posteriormente se delimitó un cuadrante de 1m<sup>2</sup> dentro de la circunferencia ubicándolo en una superficie con presencia de herbáceas.



Fotografía 4. Evidencia de las condiciones de la vegetación en los polígonos del proyecto.



Fotografía 5. Evidencia del método para la delimitación de los sitios de muestreo, a) medición de radio de 11.28 m, b) área de 1m<sup>2</sup> para registro de herbáceas, c) medición de cobertura, d) colocación de etiqueta en el centro del sitio y e) registro de coordenadas.

La identificación de especies de flora se realizó mediante referencias bibliográficas, claves botánicas, comparación con estudios florísticos realizados en la región y con la base de datos del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) disponible en línea. Por un lado, se realizaron análisis de representatividad mediante la curva de acumulación de especies y posteriormente se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad vegetal separando por cada estrato, para ello se consideró: abundancia, frecuencia y dominancia, además de los índices de diversidad que muestran la estructura de la vegetación como Shannon-Wiener, Pielou y Simpson.

- **Análisis de representatividad de las muestras**

La representatividad estadística se refiere a que la muestra obtenida de una población debe representar a esta en función de los niveles de precisión y confiabilidad, para poder extrapolar los resultados obtenidos hacia dicha población (Otzen, 2017). El muestreo con representación estadística es un método de investigación que consiste en un conjunto de técnicas que se utilizan para seleccionar de una población determinada una muestra que la represente, estimar las características de interés y medir la confiabilidad de esas estimaciones (Quintana, 1993). Cuando un estudio se centra en la estimación de la riqueza de especies de una comunidad, la representatividad del muestreo se debe abordar mediante la curva de especies-área o mediante la curva de especies-individuos, las cuales se emplean cuando los individuos son registrados uno a uno, permitiendo realizar cálculos de los índices de diversidad (Ramírez, 2006; Moreno y Pineda, 2015). La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto por lo que una gráfica de curvas de acumulación de especies, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y en el X por el número de unidades

de muestreo o el incremento del número de individuos, cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies.

Sin embargo, muchas veces se requiere aplicar modelos de acumulación que permitan evaluar qué tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales con el método aplicado. Es por ello por lo que se utilizó el programa EstimateS versión 9.1, el cual es una herramienta útil para la realización de las curvas y las estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos, este software toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización. Se utilizó el estimador no paramétrico (Chao1) para comparar y comprobar que las muestras tomadas en la superficie solicitada para CUSTF son suficientes para representar la diversidad existente, ya que este análisis nos permite comprobar si la riqueza específica registrada en los muestreos es estadísticamente representativa de la riqueza que puede existir en dicha superficie para el tipo de vegetación analizado (López-Mejía *et al.*, 2017; Plamer 1990). De acuerdo con la literatura, para encontrar diferencias estadísticas en el número de especies entre comunidades se puede hacer una evaluación graficando los intervalos de confianza al 95% de los cálculos alrededor de las curvas (Moreno y Pineda, 20015). Por lo tanto, se compararon los resultados obtenidos en los muestreos con los resultantes del estimador Chao1, incluyendo los intervalos de confianza para cada curva.

Chao 1 es un estimador basado en la abundancia, lo que significa que los datos requeridos se refieren a la abundancia de los individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Para este caso se requiere conocer cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (singletone), y cuántas están representadas por exactamente dos individuos (doubletone) y se encuentra definida por la siguiente ecuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

Sest: Número de especies que se espera encontrar

Sobs: Número de especies observadas en una muestra

n1: Número de singletones

n2: Número de doubletones

- **Cálculo de índices de diversidad**

Para analizar la estructura de la vegetación con los indicadores de diversidad se procedió a agrupar los datos por estrato siguiendo los siguientes criterios:

- **Estrato arbóreo.** Para incluir a un individuo como parte de este estrato se considera que éste tenga un diámetro mayor o igual a 5 centímetros a una altura de 1.30 metros sobre el suelo (diámetro normal o diámetro a la altura del pecho), los individuos que cumplieran la característica antes mencionada se contabilizaron dentro de los sitios de 400 m<sup>2</sup>.

- **Estrato arbustivo.** Como parte del estrato arbustivo se consideraron aquellos individuos que presentaron un diámetro menor a 5 centímetros en su tallo (fuste central o principal) a una altura de 1.30 metros, individuos con apariencia leñosa.
- **Estrato herbáceo.** Para el estrato herbáceo se consideraron los individuos de especies no leñosas, excluyendo las cactáceas.
- **Epífitas.** Dentro de este estrato se consideraron a las plantas que crecen sobre otras plantas, adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente. Se hizo la inspección de estas plantas en todos los sitios en la superficie de 400 m<sup>2</sup>.

**Abundancia.** Este parámetro permite conocer la densidad de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. Se refiere al número de individuos de una especie "x" presente en un área determinada, mientras que la densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto en porcentaje; se estiman con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas la especies}} \times 100$$

**Frecuencia.** Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en la que una especie está presente, por tanto, la frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual.

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{Número de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

**Dominancia.** Se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc. La comunidad por lo general lleva el nombre de la especie que domina; en este caso se determinó la dominancia para las especies arbóreas y arbustivas en función de la superficie que abarca la copa, para la obtención de la cobertura (C) en metros cuadrados de todos los estratos se utilizó la siguiente fórmula, considerando el radio promedio para calcular la cobertura de un área circular.

$$C = \sum \frac{\pi}{4} (d_1)(d_2)$$

Donde:

C= Cobertura total de la especie

d1= diámetro mayor de la cobertura

d2= diámetro menor de la cobertura (perpendicular a d1)

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Área de copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DoR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

**Índice de Shannon-Wiener.** El índice de heterogeneidad Shannon-Wiener ( $H'$ ), combina los atributos de la riqueza de especies y la equitatividad (distribución de la abundancia de los organismos entre las especies) de cada sitio, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de  $S$  especies y  $N$  individuos. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies  $S$  estén representadas por el mismo número de individuos, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

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

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad

$S$  = Riqueza biológica o número de especies

$P_i$  = Proporción total de la muestra que corresponde a la especie  $i$

$\ln$  = Logaritmo natural

Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, su valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. La interpretación de este índice se la 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 a 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,1 como de diversidad alta.

**Índice de Pielou.** Se utiliza para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación 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. El cálculo se efectuó según la siguiente expresión:

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

Donde:

$H'_{\max}$  =  $\ln(S)$

$J'$  = Equidad

$S$  = Riqueza

**Índice de Simpson.** Tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa, es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar

de la comunidad ambos sean de la misma especie, mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

- Resultados de representatividad

El número de sitios resultante para cada superficie fue en función de las condiciones físicas y de uso de suelo señaladas, y del comportamiento de las curvas de acumulación de especies, para obtener una buena caracterización de la flora presente. Para cada superficie se realizaron 12 sitios de muestreo con las siguientes coordenadas UTM registradas.

Tabla 15. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo para el SAR y los polígonos del proyecto, Datum WGS84 Zona 14N.

Clave	X	Y	Superficie
SAR1	604505	2231088	Sistema Ambiental Regional
SAR2	603834	2229757	
SAR3	601681	2230710	
SAR4	598151	2234497	
SAR5	596469	2235215	
SAR6	599067	2240365	
SAR7	600090	2241243	
SAR8	600124	2241548	
SAR9	600866	2239880	
SAR10	602297	2239899	
SAR11	601744	2238990	
SAR12	601898	2238869	
S1	602657	2230445	Camino 3 Km
S2	603171	2230549	
S3	603641	2230292	
S4	603946	2230235	
S5	598162	2234989	Camino 13 Km
S6	597908	2236289	
S7	597479	2236574	
S8	597791	2236891	
S9	598522	2237204	
S10	598387	2238739	
S11	598897	2239432	
S12	599538	2240707	

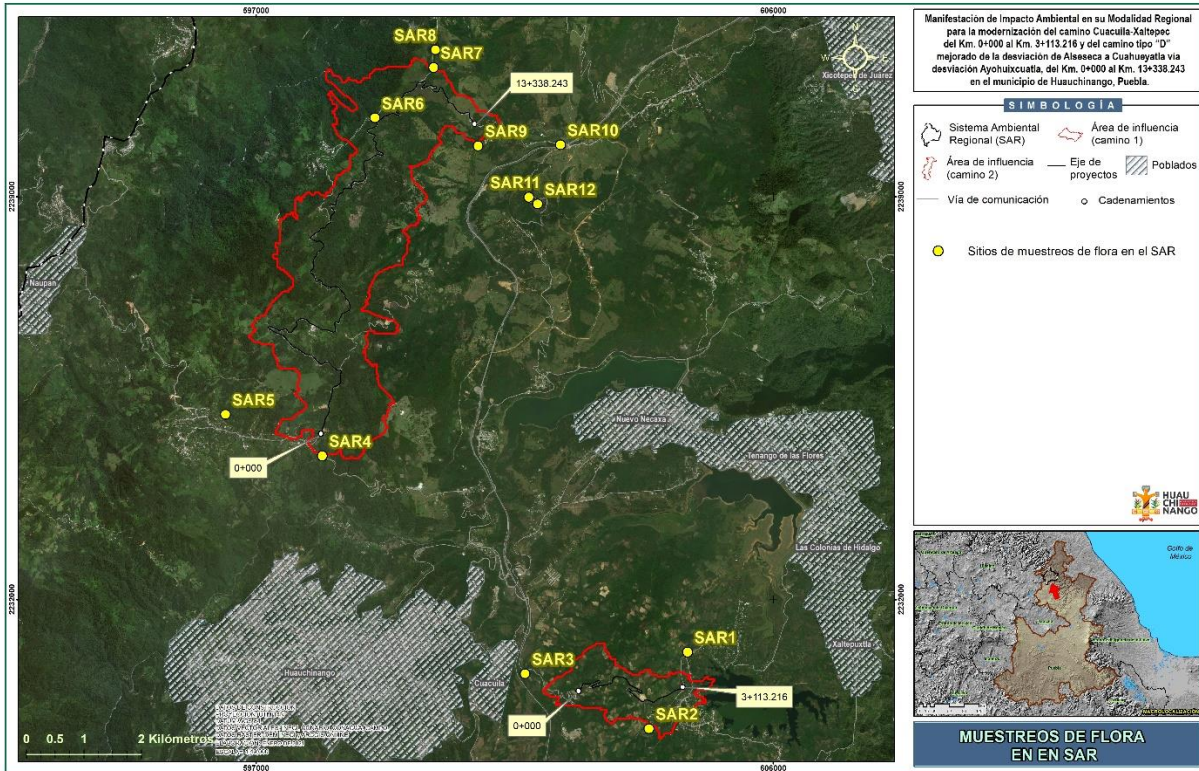


Imagen 32. Mapa de ubicación de los muestreos realizados dentro del SAR delimitado. Datum WGS84 Zona 14N.

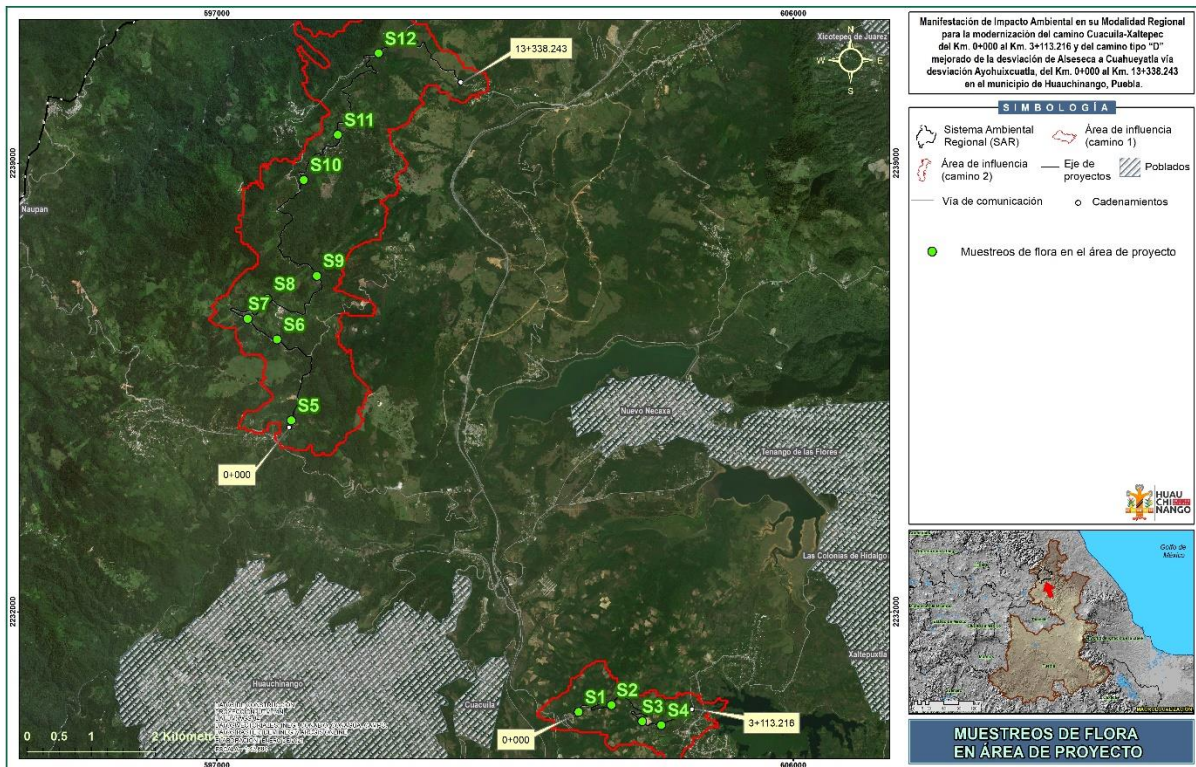
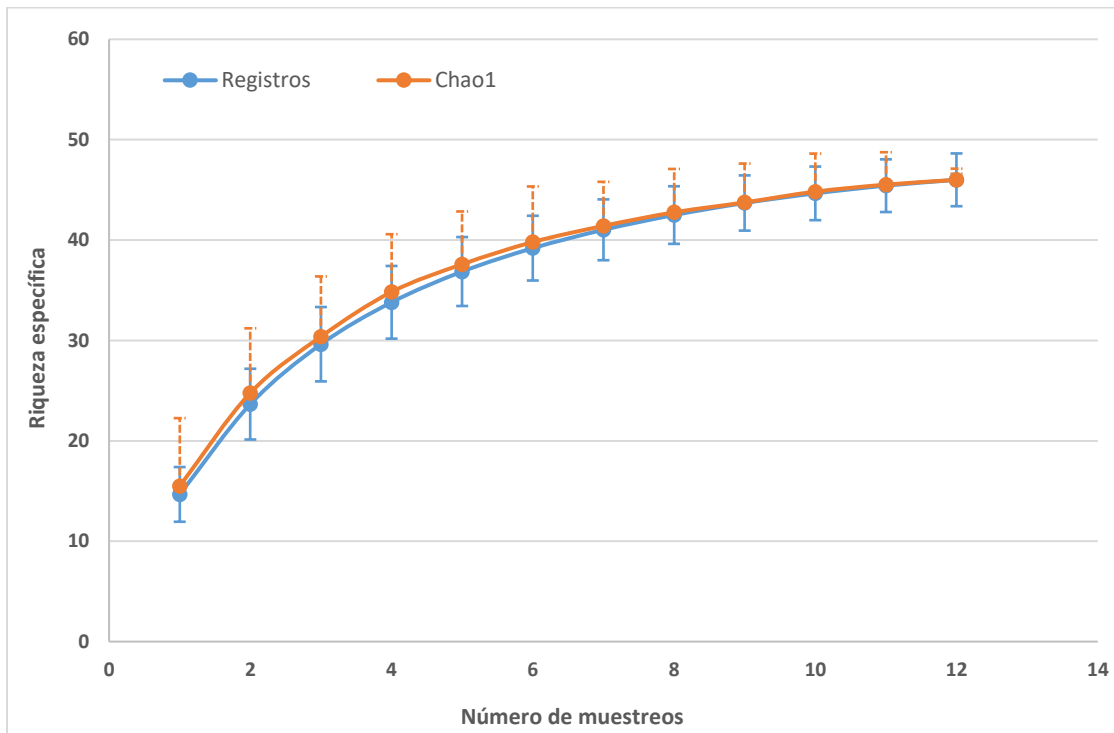


Imagen 33. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo realizados dentro de las áreas de influencia, camino de 3 Km y 13 Km. Datum WGS84, Zona 14 N.

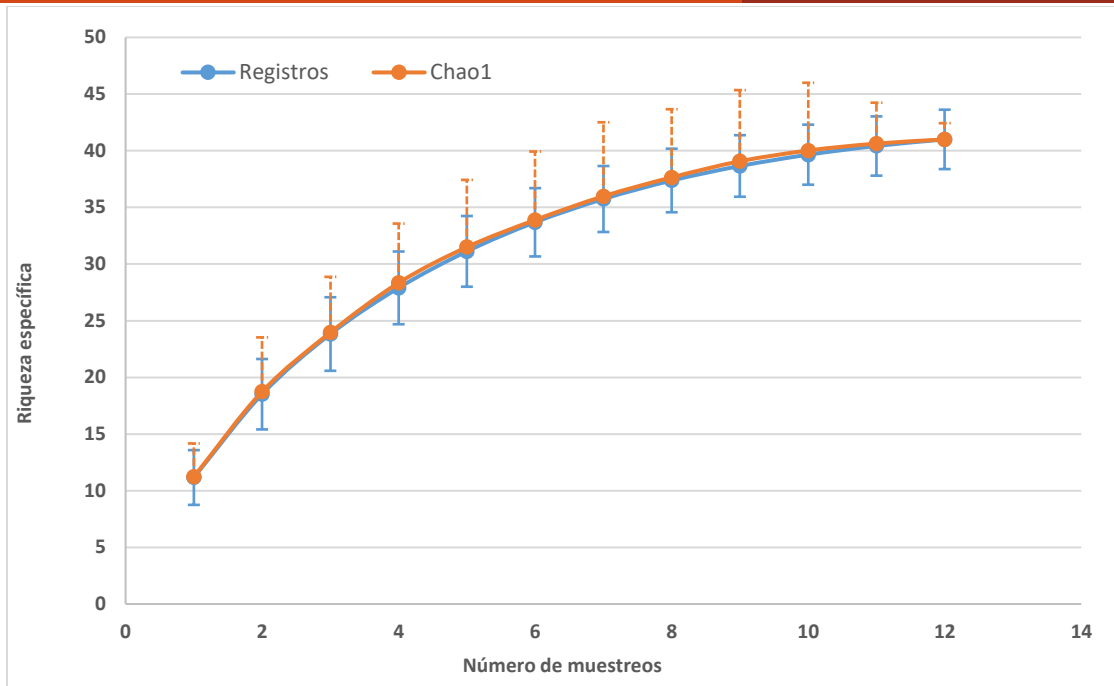


Los resultados del análisis para los registros del SAR muestran que dentro de esta superficie se estima encontrar una riqueza de 46 especies de flora (Ver Anexo IV.1 Flora), mientras que en los registros se encontró esta misma riqueza específica, además al graficar los intervalos de confianza al 95% se observa que se traslapan (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), por tanto se puede concluir que no existen diferencias significativas entre la riqueza estimada con Chao1 y la registrada, de manera que con los 12 sitios de muestreo realizados se tiene representada la vegetación del SAR.



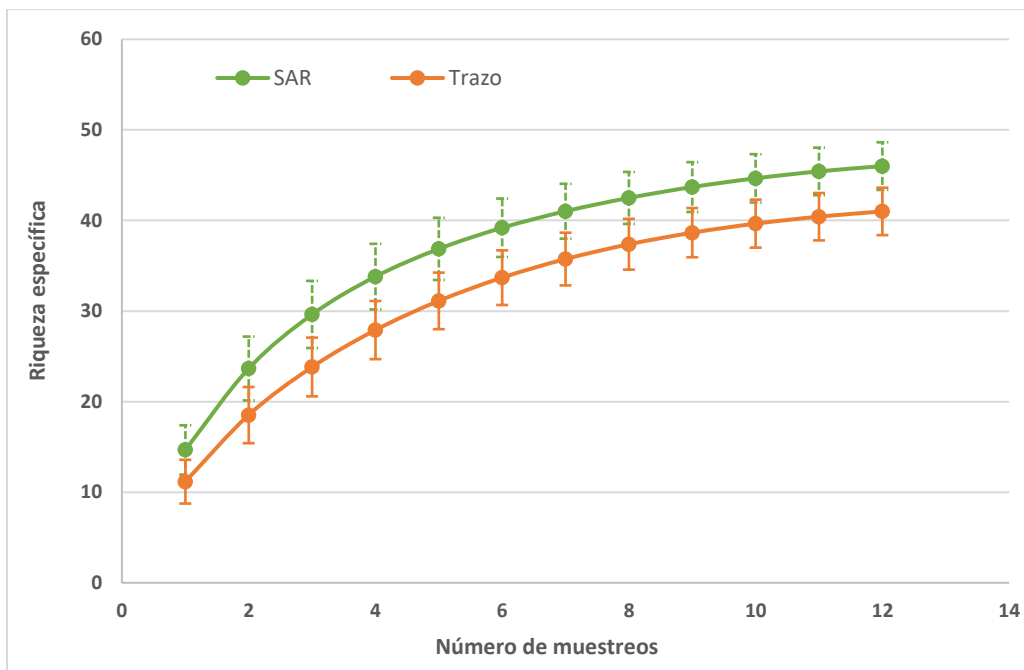
Gráfica 4. Curva de acumulación de especies para los registros del SAR y el estimador no paramétrico Chao1, se observan los intervalos de confianza al 95%.

Para el caso de los registros del proyecto se obtuvieron 41 especies de flora, mientras que el estimador Chao1 indica que existen 41 especies, sumado a ello, los intervalos de confianza al 95% muestran un traslape entre las curvas (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) con lo que se puede concluir que con los muestreos realizados se tiene bien representada la riqueza de especies existente dentro del predio del proyecto. Cabe resaltar que ninguna de las especies registradas en el AI se encuentra en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Gráfica 5. Curva de acumulación de especies para los registros del proyecto y el estimador no paramétrico Chao1, se observan los intervalos de confianza al 95%.

Finalmente se hizo una comparación entre las curvas generadas para el SAR y el predio del proyecto con los intervalos de confianza al 95% (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) donde se observa el solapamiento de estas, de manera que se puede concluir que no existen diferencias significativas entre la riqueza registrada para cada superficie y por tanto los muestreos son representativos.



Gráfica 6. Curvas de acumulación de especies para el SAR y el predio del proyecto comparando los intervalos de confianza calculados para cada una.

- Resultados de diversidad en el SAR

Para el estrato arbóreo del SAR se registraron 11 especies con una abundancia total de 72 individuos, siendo *Heliocarpus americanus* y *Clethra mexicana* las más abundantes y dominantes. No obstante, se presenta una diversidad media  $H' = 2.24$  con una distribución casi equitativa de las especies  $J' = 0.93$ .

Tabla 16. Indicadores de diversidad del estrato arbóreo para los muestreos realizados en el SAR.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener	
<i>Alnus acuminata</i>	8	11.11	2	7.41	684.67	9.56	0.2441	
<i>Clethra mexicana</i>	10	13.89	6	22.22	791.09	11.04	0.2742	
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	9	12.50	2	7.41	869.44	12.13	0.2599	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	1.39	1	3.70	95.03	1.33	0.0594	
<i>Heliocarpus americanus</i>	4	5.56	2	7.41	563.33	7.86	0.1606	
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	15	20.83	5	18.52	1131.96	15.80	0.3268	
<i>Liquidambar styraciflua</i>	7	9.72	2	7.41	1272.35	17.76	0.2266	
<i>Nectandra salicifolia</i>	3	4.17	2	7.41	190.66	2.66	0.1324	
<i>Pinus pseudostrubus</i>	5	6.94	2	7.41	365.01	5.09	0.1852	
<i>Quercus candicans</i>	4	5.56	1	3.70	254.47	3.55	0.1606	
<i>Trema micrantha</i>	6	8.33	2	7.41	947.19	13.22	0.2071	
	72	100.00	27	100.00	7,165.20	100.00	2.24	
							Riqueza (S)	11
							Índice de Shannon	2.24
							H máx = Log(S)	2.40
							Equidad	0.93
							Hmax-Hcalc	0.16
							Simpson	0.12

En el estrato arbustivo se obtuvo una riqueza de 33 especies y abundancia total de 839 individuos, abunda *A fruticosum* (88 individuos) y *C mexicana* (67 individuos), mientras que las especies dominantes por su cobertura son *Alnus acuminata* y *C mexicana*. La diversidad es alta en este estrato  $H' = 3.5$  con una distribución equitativa entre las especies presentes  $J' = 0.90$ .

Tabla 17. Indicadores de diversidad del estrato arbustivo para los muestreos realizados en el SAR.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Abutilon fruticosum</i>	88	10.49	6	4.76	15.31	0.4657	0.2325
<i>Acacia penatula</i>	4	0.48	1	0.79	71.08	2.1622	0.0249
<i>Ageratina glabrata</i>	19	2.26	4	3.17	59.34	1.8053	0.0839
<i>Alnus acuminata</i>	42	5.01	6	4.76	439.19	13.3601	0.1469
<i>Aphelandra schiedeana</i>	4	0.48	1	0.79	2.01	0.0612	0.0249

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Carya ovata</i>	3	0.36	1	0.79	2.36	0.0717	0.0196
<i>Castilleja tenuiflora</i>	2	0.24	1	0.79	0.39	0.0119	0.0140
<i>Clethra mexicana</i>	67	7.99	9	7.14	547.38	16.6513	0.1981
<i>Coffea arabica</i>	46	5.48	5	3.97	147.99	4.5017	0.1560
<i>Conostegia icosandra</i>	23	2.74	5	3.97	15.24	0.4635	0.0964
<i>Cornus excelsa</i>	8	0.95	1	0.79	6.28	0.1911	0.0433
<i>Cupressus sp</i>	1	0.12	1	0.79	15.90	0.4838	0.0078
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	2.03	2	1.59	27.68	0.8420	0.0516
<i>Heliocarpus americanus</i>	17	2.03	6	4.76	157.50	4.7911	0.0772
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	46	5.48	7	5.56	326.92	9.9450	0.0772
<i>Homolepis glutinosa</i>	55	6.56	5	3.97	42.87	1.3040	0.1560
<i>Liquidambar styraciflua</i>	11	1.31	2	1.59	89.34	2.7177	0.1752
<i>Malvaviscus arboreus</i>	65	7.75	6	4.76	146.14	4.4456	0.0555
<i>Mimosa albida</i>	25	2.98	2	1.59	52.43	1.5950	0.1945
<i>Nectandra salicifolia</i>	42	5.01	7	5.56	231.74	7.0496	0.1024
<i>Pinus pseudostrobus</i>	8	0.95	4	3.17	128.16	3.8987	0.1469
<i>Piper auritum</i>	33	3.93	4	3.17	226.24	6.8823	0.0345
<i>Psychotria limonensis</i>	43	5.13	4	3.17	57.12	1.7377	0.0433
<i>Quercus candicans</i>	9	1.07	4	3.17	68.05	2.0700	0.1246
<i>Roldana aschenborniana</i>	43	5.13	5	3.97	100.19	3.0479	0.1492
<i>Rubus eriocarpus</i>	22	2.62	5	3.97	5.38	0.1637	0.0345
<i>Salvia tiliifolia</i>	18	2.15	3	2.38	3.64	0.1109	0.0475
<i>Senna obtusifolia</i>	8	0.95	3	2.38	16.89	0.5137	0.1492
<i>Smilax domingensis</i>	22	2.62	2	1.59	14.17	0.4310	0.0934
<i>Symplocos sp</i>	2	0.24	2	1.59	22.19	0.6749	0.0738
<i>Tithonia diversifolia</i>	25	2.98	6	4.76	64.40	1.9591	0.0345
<i>Trema micrantha</i>	11	1.31	4	3.17	65.78	2.0010	0.0433
<i>Urera caracasana</i>	10	1.19	2	1.59	118.01	3.5898	0.0934
	839	100	126	100	3,287.30	100	3.23
					Riqueza (S)		33
					Índice de Shannon		3.15
					H máx = Log(S)		3.5
					Equidad		0.90
					Hmax-Hcalc		0.35
					Simpson		0.05

En el caso de las herbáceas se obtuvo una abundancia total de 147 individuos con una riqueza de 13 especies, siendo *Homolepis glutinosa* y *Selaginella galeottii* las más abundantes, en tanto que la de mayor dominancia es *Dryopteris filix-mas* debido a su cobertura amplia. En este estrato la diversidad de especies es media  $H' = 2.28$  y la distribución de las especies es casi equitativa  $J' = 0.89$ .

Tabla 18. Indicadores de diversidad del estrato de herbáceas para los muestreos realizados en el SAR.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Aphelandra schiedeana</i>	5	3.60	1	2.70	0.63	1.07	0.1196
<i>Desmodium incanum</i>	21	15.11	4	10.81	0.66	1.12	0.2855
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	0.72	2	5.41	32.99	56.24	0.0355
<i>Homolepis glutinosa</i>	29	20.86	3	8.11	3.48	5.93	0.3270
<i>Ipomoea orizabensis</i>	7	5.04	3	8.11	0.38	0.66	0.1505
<i>Lopezia racemosa</i>	10	7.19	3	8.11	0.37	0.63	0.1893
<i>Melampodium divaricatum</i>	9	6.47	2	5.41	0.28	0.48	0.1772
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	12	8.63	5	13.51	8.56	14.60	0.2115
<i>Panicum máximum</i>	2	1.44	1	2.70	0.10	0.17	0.0610
<i>Pteridium aquilinum</i>	2	1.44	5	13.51	2.14	3.64	0.0610
<i>Selaginella galeottii</i>	22	15.83	5	13.51	6.09	10.39	0.2918
<i>Trifolium repens</i>	11	7.91	2	5.41	0.46	0.79	0.2007
<i>Viguiera dentata</i>	8	5.76	1	2.70	2.51	4.28	0.1643
	139	100.00	37	100.00	58.66	100	2.28
					Riqueza (S)		13
					Índice de Shannon		2.28
					H máx = Log(S)		2.56
					Equidad		0.89
					Hmax-Hcalc		0.29
					Simpson		0.12

- Resultados de diversidad en el área de influencia del proyecto

En los registros realizados dentro de los polígonos del proyecto se obtuvo para el estrato arbóreo una riqueza de 8 especies con una abundancia total de 92 individuos, donde *A acuminata* y *C mexicana* son las de mayor abundancia y las más dominantes por su cobertura, por otro lado, el índice de diversidad es bajo  $H' = 2.08$  y la equidad media  $J' = 0.63$  indicando que hay especies que tienden a dominar en este estrato.

Tabla 19. Indicadores de diversidad del estrato arbóreo para los muestreos realizados en el AI.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Alnus acuminata</i>	36	39.13	7	30.43	2495.41	42.81	0.3671
<i>Clethra mexicana</i>	38	41.30	6	26.09	1836.07	31.50	0.3652
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	3.26	1	4.35	170.24	2.92	0.1116
<i>Heliocarpus americanus</i>	5	5.43	3	13.04	328.49	5.64	0.1583
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	1	1.09	1	4.35	38.48	0.66	0.0491
<i>Liquidambar styraciflua</i>	7	7.61	3	13.04	607.31	10.42	0.1960

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Nectandra salicifolia</i>	1	1.09	1	4.35	38.48	0.66	0.0491
<i>Quercus candicans</i>	1	1.09	1	4.35	314.16	5.39	0.0491
	92	100.00	23	100.00	5,828.65	100.00	1.35
					Riqueza (S)		8
					Índice de Shannon		1.35
					H máx = Log(S)		2.08
					Equidad		0.65
					Hmax-Hcalc		0.73
					Simpson		0.33

Para el estrato arbustivo se tuvo una alta riqueza de especies, registrando 31 con una abundancia total de 820 individuos y una diversidad alta  $H' = 3.17$  con una equidad casi igual entre las especies registradas. Las de mayor abundancia son *C mexicana* y *A fruticosum*, en tanto que las de mayor dominancia son *C mexicana* y *A acuminata*, además de presentarse de manera frecuente en los sitios.

Tabla 20. Indicadores de diversidad del estrato arbustivo para los muestreos realizados en el AI.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Abutilon fruticosum</i>	53	6.46	3	2.83	35.97	1.45	0.1793
<i>Ageratina glabrata</i>	42	5.12	5	4.72	99.00	3.98	0.1542
<i>Alnus acuminata</i>	39	4.76	5	4.72	595.26	23.95	0.1468
<i>Aphelandra schiedeana</i>	40	4.88	2	1.89	71.16	2.86	0.1493
<i>Castilleja tenuiflora</i>	22	2.68	1	0.94	11.06	0.44	0.0985
<i>Chromolaena odorata</i>	42	5.12	6	5.66	101.91	4.10	0.1542
<i>Clethra mexicana</i>	52	6.34	9	8.49	273.42	11.00	0.1771
<i>Coffea arabica</i>	30	3.66	3	2.83	230.91	9.29	0.1227
<i>Conostegia icosandra</i>	15	1.83	5	4.72	41.12	1.65	0.0743
<i>Cupressus sp</i>	7	0.85	1	0.94	49.48	1.99	0.0413
<i>Guazuma ulmifolia</i>	38	4.63	4	3.77	26.74	1.08	0.1442
<i>Heliocarpus americanus</i>	7	0.85	3	2.83	45.90	1.85	0.0413
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	3	0.37	1	0.94	2.36	0.09	0.0209
<i>Homolepis glutinosa</i>	27	3.29	4	3.77	5.56	0.22	0.1140
<i>Liquidambar styraciflua</i>	2	0.24	2	1.89	5.69	0.23	0.0149
<i>Malvaviscus arboreus</i>	19	2.32	3	2.83	176.56	7.10	0.0885
<i>Melampodium divaricatum</i>	11	1.34	2	1.89	2.85	0.11	0.0587
<i>Nectandra salicifolia</i>	28	3.41	9	8.49	242.17	9.74	0.1169
<i>Pinus pseudostrabus</i>	6	0.73	1	0.94	57.73	2.32	0.0366
<i>Piper auritum</i>	1	0.12	1	0.94	4.91	0.20	0.0083
<i>Psychotria limonensis</i>	9	1.10	1	0.94	5.30	0.21	0.0503
<i>Quercus candicans</i>	8	0.98	1	0.94	13.35	0.54	0.0459

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Roldana aschenborniana</i>	24	2.93	2	1.89	33.51	1.35	0.1048
<i>Rubus eriocarpus</i>	47	5.73	7	6.60	19.41	0.78	0.1542
<i>Salvia tiliifolia</i>	45	5.49	2	1.89	12.72	0.51	0.1614
<i>Senna obtusata</i>	46	5.61	5	4.72	47.91	1.93	0.1637
<i>Smilax domingensis</i>	8	0.98	2	1.89	3.58	0.14	0.0459
<i>Symplocos sp</i>	42	5.12	2	1.89	28.86	1.16	0.1542
<i>Tithonia diversifolia</i>	75	9.15	9	8.49	72.57	2.92	0.2015
<i>Trema micrantha</i>	14	1.71	3	2.83	136.41	5.49	0.0705
<i>Urera caracasana</i>	18	2.20	2	1.89	31.81	1.28	0.0851
	820	100.00	106	100.00	2485.18	100.00	3.18
					Riqueza (S)		31
					Índice de Shannon		3.18
					H máx = Log(S)		3.43
					Equidad		0.92
					Hmax-Hcalc		0.27
					Simpson		0.05

Finalmente, en el estrato de herbáceas se registraron 10 especies con una abundancia total de 94 individuos, donde la más abundante es *P. máximo* y *D. incanum*, en tanto que el helecho macho es el de mayor dominancia por su cobertura. Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon-Wiener es bajo  $H' = 2.2$  con una distribución equitativa de las especies.

Tabla 21. Indicadores de diversidad del estrato de herbáceas en los muestreos realizados en el AI.

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
<i>Desmodium incanum</i>	14	14.89	3	10.71	2.53	7.59	0.2836
<i>Dryopteris filix-mas</i>	5	5.32	2	7.14	14.33	43.03	0.1561
<i>Ipomoea orizabensis</i>	9	9.57	1	3.57	1.48	4.43	0.2246
<i>Lopezia racemosa</i>	10	10.64	3	10.71	0.31	0.94	0.2384
<i>Melampodium divaricatum</i>	4	4.26	3	10.71	0.13	0.38	0.1343
<i>Panicum maximum</i>	19	20.21	1	3.57	4.27	12.83	0.3232
<i>Pteridium aquilinum</i>	5	5.32	2	7.14	3.12	9.36	0.1561
<i>Selaginella galeottii</i>	8	8.51	2	7.14	0.98	2.95	0.2097
<i>Trifolium repens</i>	12	12.77	11	39.29	1.01	3.02	0.2628
<i>Viguiera dentata</i>	8	8.51	0	0.00	5.15	15.47	0.2097
<i>Desmodium incanum</i>	94	100.00	28	100.00	33.31	100.00	2.20
					Riqueza (S)		10
					Índice de Shannon		2.2
					H máx = Log(S)		2.3
					Equidad		0.95

Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Dominancia	Dominancia relativa	Índice de Shannon-Wiener
Hmax-Hcalc							0.10
Simpson							0.12

### VI.1.2.2 Fauna

El estado de Puebla se encuentra dentro de los primeros sitios en biodiversidad con respecto al resto de los estados del país, ya que se extiende en el extremo sureste de la Altiplanicie Mexicana, así como en el declive sur de la Faja Volcánica Transmexicana. Está Formado por cuatro provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental que penetra hasta el noroeste y llega hasta Teziutlán, la llanura costera del Golfo norte en la porción boreal, la Faja Volcánica Transmexicana, en el este, centro y oeste y la Sierra Madre del Sur, en la zona austral.

La condición de la vegetación determina en forma considerable el tipo y la abundancia de fauna presente, repercutiendo además en la permanencia y distribución de estas. La fauna existente en la zona presenta especies pertenecientes tanto a la región neártica como a la neotropical, una zona de transición puntualmente hablando, influyendo sobre todo la biogeografía de la Sierra Madre Oriental y Golfo de México. El gradiente altitudinal presente en la región, así como la diversidad de comunidades vegetales junto con los factores biogeográficos expuestos con anterioridad, permite que exista una variedad importante de especies animales. La biodiversidad hace referencia a la cantidad de especies distintas, vegetales, animales y demás especies, que habitan un mismo sitio o área geográfica determinada (González y Smith 1998). Por lo general, se hace referencia a la riqueza de especies de un grupo o taxón particular, y esta es una de las formas de medir la biodiversidad; por ejemplo, se habla de la riqueza de especies de aves o algún otro grupo biológico (Cordero y Morales 1998).

- **Metodología**

Los vertebrados terrestres, se componen de tres grandes grupos (herpetofauna, mastofauna y ornitofauna), cada cual presenta distinta capacidad de desplazamiento y diversos requerimientos en las características de los hábitats. Este hecho representa un gran reto para la obtención de registros en estudios de corto plazo. Bajo este contexto, se realizaron trabajos de campo para estimar parte de la composición y estructura de los vertebrados terrestres a lo largo de los ejes del Proyecto y en el sistema ambiental regional (SAR). Las actividades de campo se realizaron de manera exhaustiva tomando registros directos e indirectos de todos los gremios de interés. Es importante mencionar que, como fin práctico, y para un mejor aprovechamiento del tiempo, se seleccionaron los sitios de muestreo del SAR bajo el principal criterio de estar alejados del eje central del Proyecto, a una distancia igual o superior a 100 metros en sentido perpendicular a dicha superficie, considerando en todo momento la accesibilidad del terreno y el tipo de vegetación similar al muestreado dentro del AI. En los próximos apartados se darán mayores detalles de los procedimientos metodológicos aplicados para cada uno de los gremios faunísticos, así como el tratamiento de los datos recabados. Todos los registros, coordenadas y datos obtenidos para la fauna pueden ser consultados en el anexo correspondiente (Anexo IV.3 Fauna).

- **Actividades de campo**

#### Herpetofauna



Para el registro de la diversidad de especies de herpetofauna en las áreas de influencia (AI) y el sistema ambiental regional (SAR), se realizó el recorrido a pie en la totalidad de los tramos a monitorear y transectos de 100 metros de longitud, en horarios diurnos. Para ello se seleccionaron catorce sitios para las áreas del Proyecto y catorce sitios para el SAR, todos ellos distribuidos de manera tal, que tuvieran una buena representación de los ecosistemas de interés. La búsqueda fue directa moviendo troncos huecos y removiendo hojarasca, revisando rocas, cavidades como grietas y tallos de árboles y arbustos. Se utilizaron pinzas y ganchos herpetológicos para ayudar en las tareas de búsqueda y manejo de algunos ejemplares. La determinación de los individuos capturados se realizó con ayuda de guías y claves de identificación (Casas-Andreu y McCoy, 1987, García y Ceballos, 1994, Flores et al., 1995), registrando también todas las especies identificables sin captura. Después de su registro, los ejemplares fueron liberados en el sitio de recolecta.

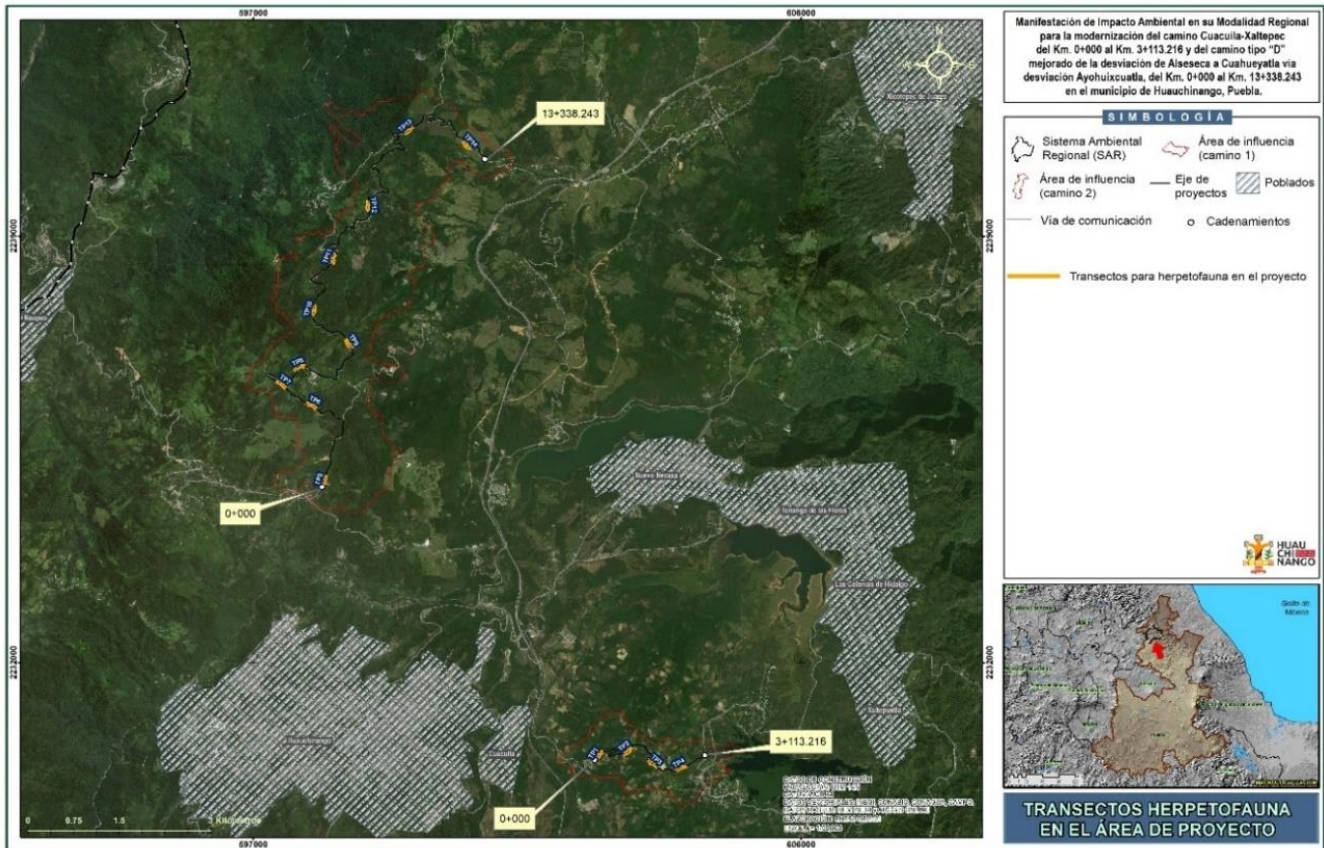


Imagen 34. Ubicación espacial de los transectos para la herpetofauna en el área de proyecto.

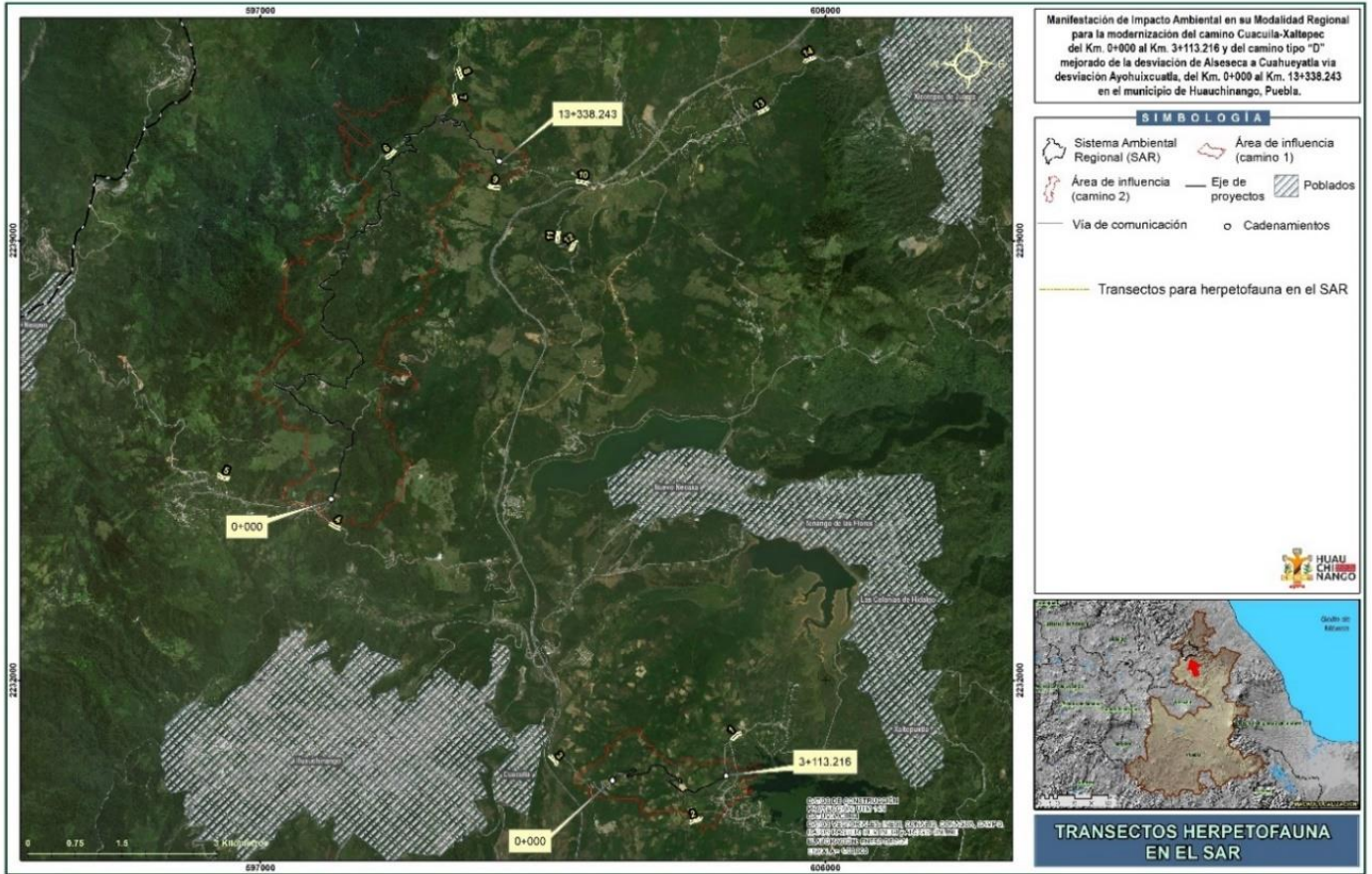


Imagen 35. Ubicación espacial de los transectos para la herpetofauna en el SAR.

Las búsquedas fueron diurnas, en época de inicios de invierno. Dichas búsquedas fueron ejecutadas por tres especialistas, de modo que el esfuerzo de muestreo para el AI asciende a 120 horas/hombre. Este trabajo de campo se replicó para los sitios de muestreo del SAR.

El equipo básico utilizado para la búsqueda de anfibios y reptiles corresponde a gachos herpetológicos para la manipulación de serpientes, así como para remover rocas o materia vegetal y revisar madrigueras; en el caso de las lagartijas se utilizaron ligas gruesas para aturdir a los ejemplares y lograr su captura; también se usó equipo fotográfico profesional, guantes de carnaza, lámparas, GPS Garmin y libreta de campo.



Fotografía 6. Búsqueda de ejemplares en distintos puntos del entorno donde pudieran estar presentes las especies de reptiles.



Fotografía 7. Búsqueda activa de anfibios en escurrimientos o zonas con presencia de humedad.

### Avifauna

El registro de las aves se obtuvo de manera visual y auditiva. Se seleccionó el método de puntos de conteo de radio fijo de 50 metros (Rappole, Winker y Powell, 1998). El número de sitios de conteo para el AI fue de catorce y se replicó el mismo procedimiento para el SAR. El muestreo se realizó de 7:00 a 11:00 horas y de 16:00 a 19:00 horas, abarcando los horarios de mayor actividad de las aves. Los registros visuales se llevaron a cabo con cámara profesional con telefoto y con ayuda de binoculares (Nikon 8.5 x 45 y Swift Audubon 8.0 x 44), y guías de campo (e.g., Peterson y Chalif, 1998 y Howell y Webb, 1995).

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo para las aves de 90 horas/hombre en el AI y 90 horas/hombre para el SAR. Los sitios de conteo se muestran en el siguiente mapa.

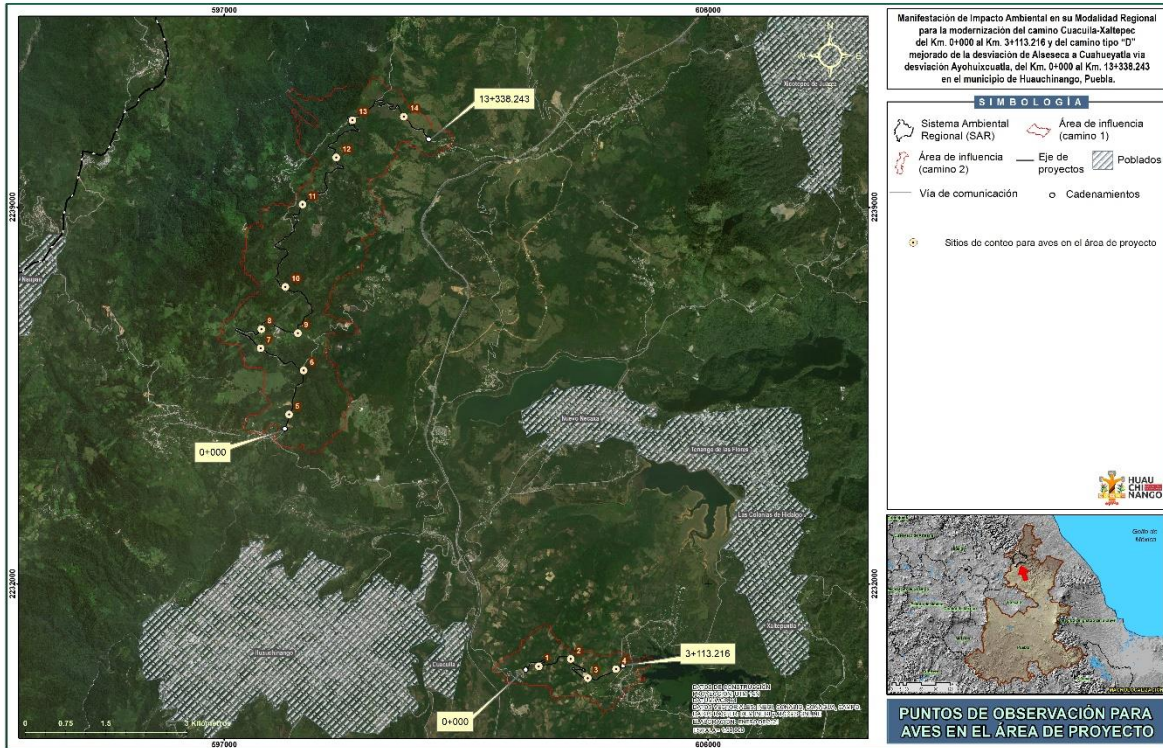


Imagen 36. Ubicación espacial de los sitios de conteo para las aves en el área de proyecto.

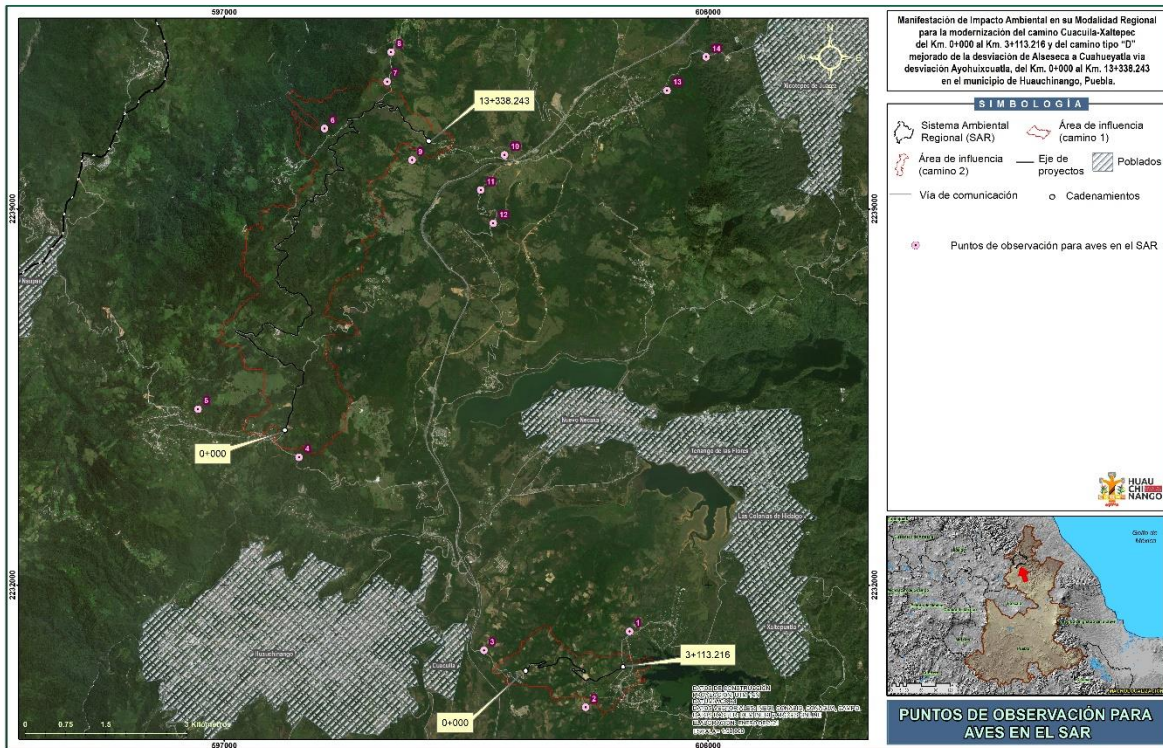


Imagen 37. Ubicación espacial de los sitios de conteo para las aves en el SAR.

Para la obtención de los datos se consideraron los registros visuales y auditivos utilizando equipo especial como binoculares de distinto rango focal, además de cámaras fotográficas profesionales equipadas con telefoto. Cuando fue posible se identificaron las especies directamente en campo o en gabinete a partir del material fotográfico obtenido utilizando guías de identificación especializadas (Howell y Webb, 2005; Van, 2006; Dunn y Alderfer, 2011). Cabe mencionar que también se puso atención en los ejemplares activos y posible presencia de nidos durante el traslado de un sitio de conteo a otro.



Fotografía 8. Imagen 1. Búsqueda activa, levantamiento fotográfico y conteo de aves durante el trabajo de campo.

### Mastofauna

Se realizaron transectos de 100 metros en catorce sitios dispersos en el Aly en el sistema ambiental regional. Se obtuvieron registros mediante huellas, excretas, rastros, pelo, madrigueras, echaderos y sonidos distintivos de algunas especies. Estos métodos empleados se realizaron con el objetivo de generar información que permita determinar las distintas especies de mamíferos presentes (Castro y Bustos, 2016). La ubicación de los transectos para el AI y el SAR se muestran en el siguiente mapa.

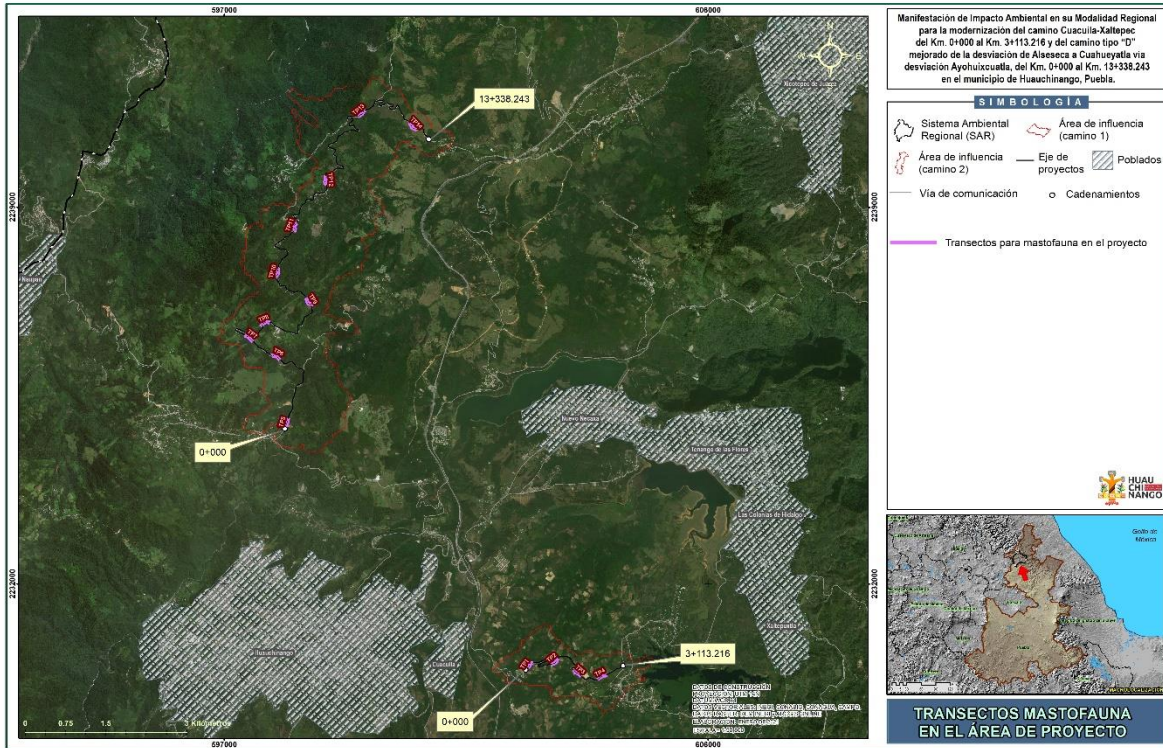


Imagen 38. Ubicación espacial de los sitios de muestreo para mamíferos en el área de proyecto.

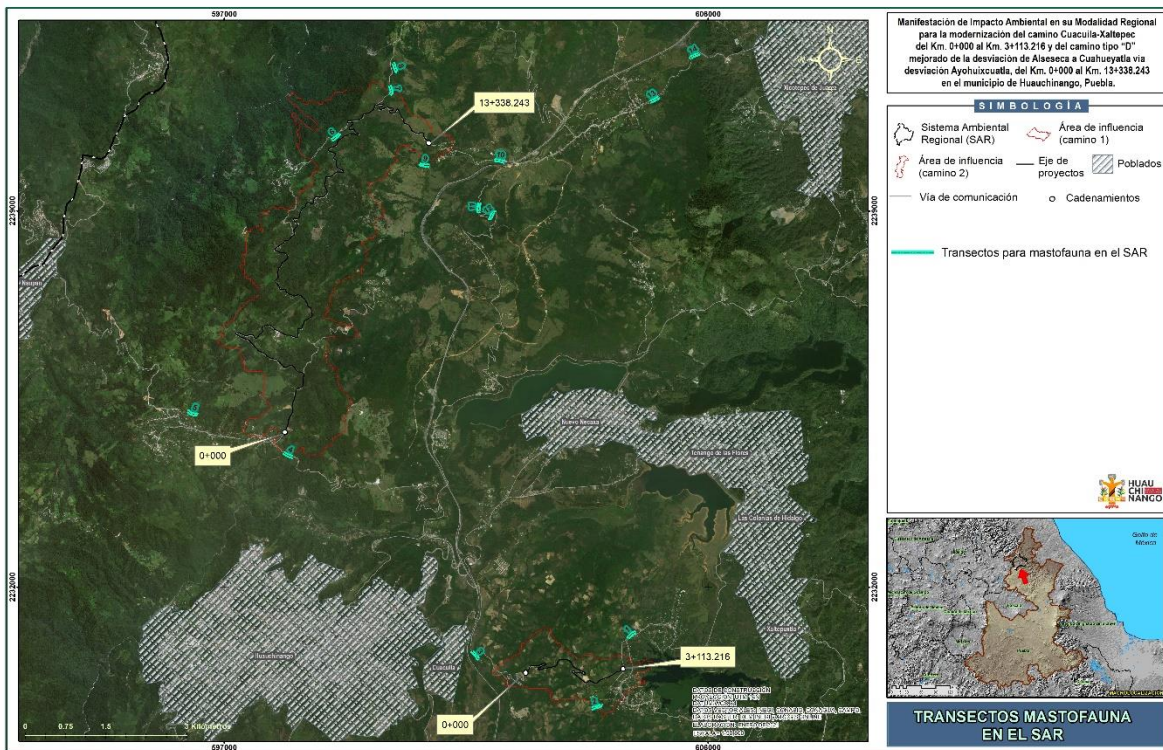


Imagen 39. Ubicación espacial de los sitios de muestreo para mamíferos en el SAR.

De manera activa, durante las visitas de campo se realizaron búsquedas exhaustivas de ejemplares utilizando binoculares y cámaras fotográficas equipadas con teleobjetivos para una mayor precisión en la toma de datos a la distancia. Como parte

complementaria al registro directo de ejemplares, se contemplaron todos los registros indirectos, tales como huellas, excretas, cráneos u otros rastros, a los cuales se les tomaron las debidas fotografías y medidas para su posterior identificación en gabinete mediante el uso de literatura especializada (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012).



Fotografía 9. Búsqueda activa de mamíferos durante el trabajo de campo.

Algunos sitios clave para el registro de rastros como huellas fueron las orillas de charcas, corrientes de agua, madrigueras, suelo desnudo, etc. Fue importante también poner atención en los caminos existentes, así como en veredas, que sirven en algunos casos para los traslados de un sitio a otro, ya que al haber tránsito vehicular es frecuente encontrar fauna atropellada o colisionada. Los muestreos se ejecutaron en horario diurno por dos especialistas. Cada sitio de muestreo fue recorrido durante una hora por cinco días, buscando cualquier evidencia de ejemplares o rastros.

De esta manera cada sitio tuvo un esfuerzo de muestreo de 5 horas/hombre de modo que para los catorce sitios de muestreo suman 70 horas/hombre tanto para el AI como para el SAR. Todos los registros obtenidos fueron contabilizados y georreferenciados para su posterior análisis y mapeo, incluyendo aquellos encontrados durante los traslados de un sitio de muestreo a otro.

- **Análisis de datos obtenidos**

De acuerdo con los datos obtenidos en campo se consideró realizar distintos procedimientos con la finalidad de integrar los resultados recabados dentro de un contexto ecológico y así poder estimar, en primera instancia, la composición y estructura de los vertebrados terrestres que ocurren en el AI, así como en el sistema ambiental regional. Todos los cálculos ecológicos se aplicaron a los diferentes gremios faunísticos según la cantidad de información que fue posible generar durante los muestreos. De esta manera, la riqueza de especies se calculó a través del número de especies registradas



durante los recorridos y puntos de conteo (en el caso de las aves). Además, se calculó la abundancia cuantitativa que corresponde al número de ejemplares registrados por especie durante el tiempo que duraron los muestreos. La representación cualitativa de las abundancias de las especies presenta algunas variaciones en sus rangos según el grupo faunístico del que se trate, así como del autor del que se tome referencia. En este caso, para la herpetofauna se siguieron las indicaciones de Cox (1990) y Padilla (1996) que definen como especie rara (R) aquella con registros de uno o dos ejemplares; especie moderadamente abundante (M) aquella de tres a cinco registros; y especie abundante (AB) aquella con seis o más registros. Para las aves y los mamíferos se plantearon las abundancias cualitativas acorde con Ramírez (2006) el cual indica como especie rara (R) aquella con uno o dos registros; especie ocasional (O) de tres a cinco registros; especie frecuente (F) de seis a 10 registros; y especie abundante (AB) aquella con 11 registros o más.

Por otro lado, para medir el esfuerzo de muestreo se generaron curvas de acumulación de especies y se aplicaron estimadores de riqueza (Chao 1 y Chao 2) además de graficarse las especies únicas (singletons) y las duplicadas (doubletons) con el fin de determinar si éstas se reducían a medida que aumentaba el número de muestreos, y estimar así la posibilidad de nuevos registros (Moreno, 2001). Estos cálculos se efectuaron en el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2006).

De igual forma se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) para identificar posibles especies en riesgo y determinar su categoría de vulnerabilidad a nivel nacional, y se realizó una revisión bibliográfica (Ceballos y Oliva, 2005; Howell y Webb, 2005; Lemos-Espinal y Smith, 2009; Dunn y Alderfer, 2011; López-González y García-Mendoza, 2012) para tener una idea más completa de la posible ocurrencia de nuevas especies a las registradas en el presente estudio dentro del área del Proyecto y en áreas aledañas al mismo.

## • **Índices de Diversidad**

Con el propósito de conocer que tan homogénea o heterogénea fue la diversidad faunística en el AI y SAR, se calculó el siguiente Índice de Diversidad (Magurran 1988; Krebs 1989):

### - **Shannon-Wiener ( $H'$ )**

Es un índice que se basa en el paralelismo de que la diversidad de una comunidad se puede medir de manera similar a la información contenida en un código o mensaje. Este índice supone que los individuos son muestreados al azar de una comunidad inmensamente grande o "infinita" y que todas las especies están representadas en la muestra.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Donde:

$S$  = Número de especies.

$P_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$ .

A mayor valor de  $H'$  mayor diversidad de especies.

- El índice de Shannon-Wiener normalmente toma valores entre 0 y 4.5, a mayor valor del índice indica una mayor diversidad del ecosistema.

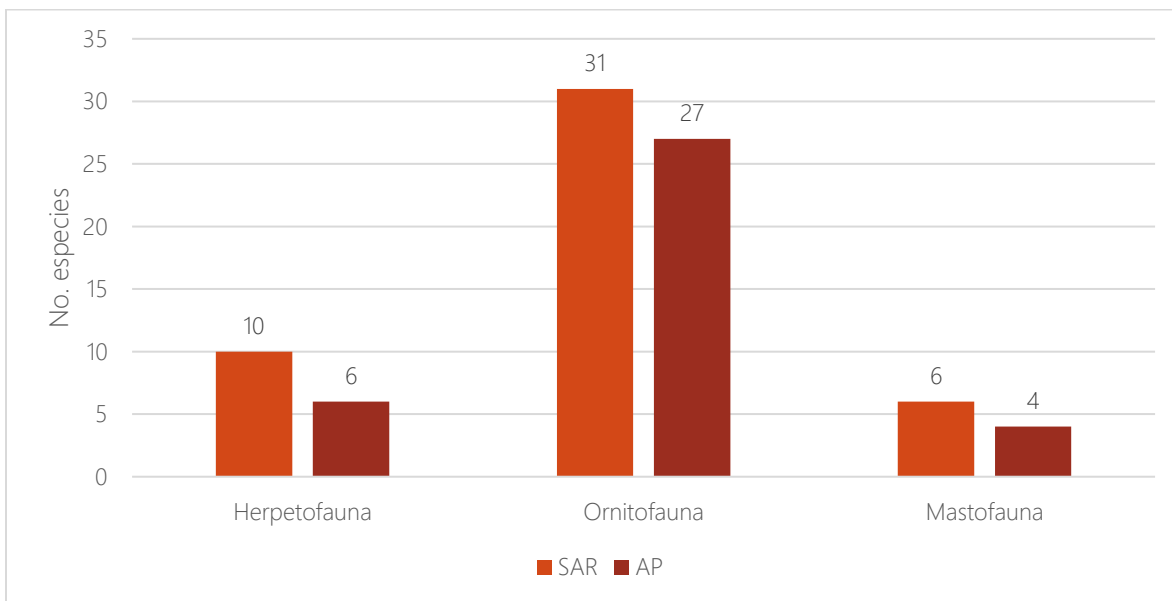
Todos los registros, datos obtenidos y análisis para la fauna pueden ser consultados en el anexo correspondiente a esta MIA R.

- Resultados

### Composición general de los vertebrados terrestres

Los muestreos realizados en las áreas de influencia arrojaron un total de 37 especies de vertebrados terrestres de los cuales 6 son de herpetofauna, 27 de ornitofauna y 4 son de mastofauna. Evidentemente gran parte de las especies fueron registradas en zonas donde la vegetación forestal aún se encuentra presente, aunque también hubo registros cerca de las áreas urbanas, zonas de cultivo y pastizales (ubicación de transectos). Por su parte, para el SAR el registro de vertebrados terrestres asciende a 47 especies, donde se registraron 10 especies de herpetofauna, 31 de ornitofauna y 6 de mastofauna. Todas las especies registradas en el AI fueron encontradas también en el SAR, de modo que, en primera instancia, ninguna especie se vería comprometida por el Proyecto.

Del total de especies, destacan cinco por su vulnerabilidad según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y tres en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En la NOM antes mencionada se encuentran la *Hyla plicata* (Amenazada), *Geophis mutitorques*, *Salvadora bairdi* y *Sceloporus grammicus* con categoría de Protección Especial (Pr). En el listado CITES se encuentran *Ortalis vetula* y *Nasua narica* en Apéndice III; mientras que *Tyto alba* enlistada en el Apéndice II.



Gráfica 1. Riqueza de especies de los tres grupos faunísticos registrados en el AI (AP) y el SAR.

### Panorama por grupo faunístico

Es importante mencionar que, anexo a la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional se incluye el listado de fauna (incluye probable ocurrencia) y el catálogo de fauna de las especies registradas.

## Herpetofauna

De acuerdo con los recorridos realizados en el AI y el SAR se obtuvo el registro de diez especies. Se registraron tres especies endémicas las cuales son *Hyla plicata*, *Geophis mutitorques* y *Salvadora bairdi*. También se registraron a las especies *Hyla plicata* (A) *Sceloporus grammicus* (Pr), *Geophis mutitorques* y *Salvadora bairdi* (Pr) enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada (A) y sujeta a Protección Especial (Pr).

Básicamente, este número de registros se debe fundamentalmente a la temporalidad de los muestreos, ya que se ejecutaron en el invierno inicial y muchas especies de anfibios y reptiles entran en estado de hibernación o aletargamiento temporal por efecto del frío y la baja de humedad ambiental. Otro aspecto interesante que seguramente afecta en la riqueza de especies de herpetofauna es el grado de afectación ambiental de los ecosistemas en la actualidad, sin embargo, se cree que es altamente probable encontrar nuevos registros, fundamentalmente con la llegada de las lluvias.

Tabla 22.. Especies registradas en el AI y el SAR. Se incluye la categoría de endemismo, de riesgo ambiental y el lugar general de registro. E: endémica; NE: no endémica; A: Amenazada, Pr: Sujeta a Protección Especial.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010/CITES	Lugar de registro	
					AI	SAR
Bufonidae	<i>Bufo nebulifer</i>	Sapo nebuloso	NE	-	x	x
Hylidae	<i>Hyla plicata</i>	Ranita arborícola plegada	E	A	-	x
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	NE	-	x	x
Colubridae	<i>Geophis mutitorques</i>	Culebra Minera de Tierras Altas	E	Pr		x
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoiris	NE	-	x	x
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa Coralillo Real Oriental	NE	-	-	x
Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra Chata Mexicana	E	Pr	-	x
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija cola espinosa	NE	Pr	x	x
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus occidentalis</i>	Bejori de Cerca Occidental	NE	-	x	x
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Espinosa Vientre Rosado	NE	-	x	x

Del total de registros obtenidos por especie en cada transecto realizado, se contabilizaron de 1 a 4 ejemplares por cada una de las especies. De modo que, son especies catalogadas como moderadamente abundante y rara respectivamente. Los sitios de muestreo donde no se obtuvieron los hallazgos fueron el sitio 1, sitio 2, sitios 5 y sitio 9.

Tabla 23. Abundancia de las especies registradas en el AI. M: moderadamente abundante; R: rara.

Familia	Especie	Sitios (AI)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Bufonidae	<i>Bufo nebulifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	R
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	M
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	4	M
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3	M
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	4	M
	Total	0	0	2	1	0	2	3	1	0	2	1	2	1	2	17	

Por su parte, en el SAR se contabilizaron de uno a cinco ejemplares. Dichas especies son catalogadas como moderadamente abundante y rara. Los registros fueron obtenidos en la mayoría de los transectos excepto para el sitio 8 donde no hubo registro alguno. En total se obtuvo una abundancia cuantitativa de 23 ejemplares.

Tabla 24. Abundancia de las especies registradas en el SAR. M: moderadamente abundante; R: rara.

Familia	Especie	Sitios (SAR)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Bufonidae	<i>Bufo nebulifer</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
Hylidae	<i>Hyla plicata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	R
Colubridae	<i>Geophis munitorques</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	R
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	R
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	R
Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	R
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	M
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus occidentalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	4	M
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	5	M
	Total	2	2	1	2	1	1	1	0	2	3	1	2	3	2	23	

La distribución de las especies encontradas indica que todos los ejemplares se encuentran asociados a sitios con al menos una cubierta vegetal herbácea y arbustiva abierta, mientras que las zonas ampliamente impactadas como tierras agrícolas abandonadas, caminos y pastizales inducidos, parecen no ser apropiados para la presencia de ambas especies registradas. Evidentemente durante los recorridos en zonas pobladas, la presencia de herpetofauna, como era de esperarse, fue completamente nula.

Por supuesto, los resultados obtenidos, son el reflejo, en parte, de las condiciones meteorológicas y climáticas de la región, que denotan un clima (invierno inicial) poco favorable para la actividad de la herpetofauna, de modo que es probable el registro de nuevas especies a las aquí presentadas, principalmente en la época de lluvias que es el pico de actividad de los anfibios y reptiles. En este sentido, más adelante se menciona la riqueza de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del AI y zonas aledañas (ver además anexo listado de fauna de probable ocurrencia).

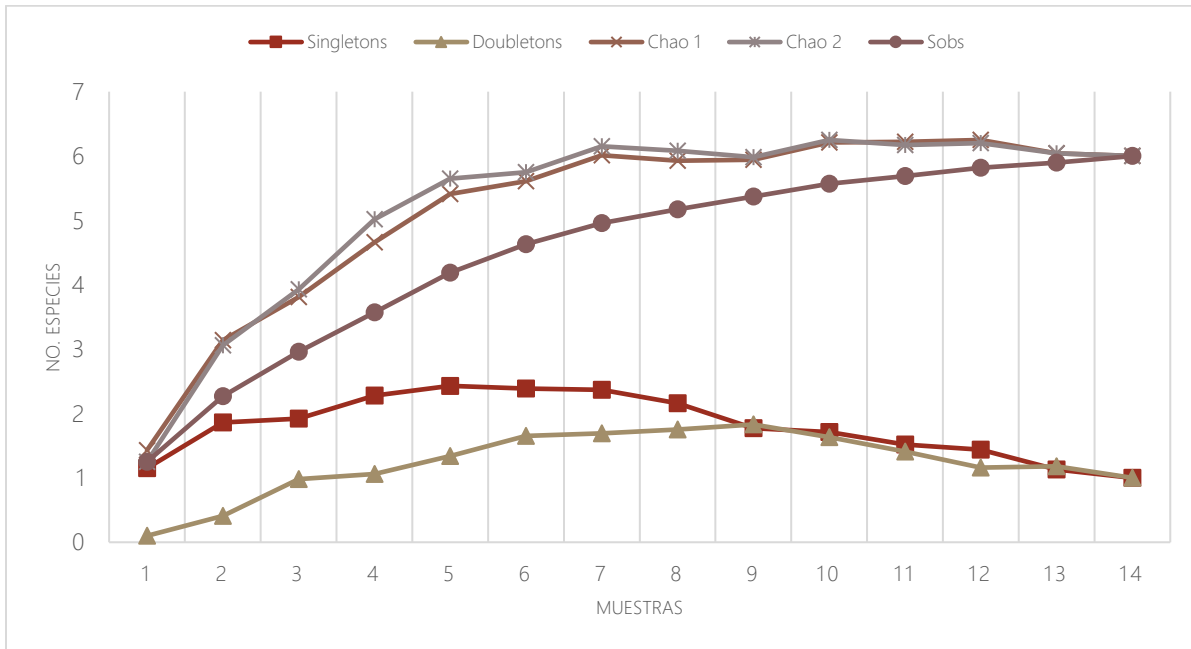
Para el caso de la diversidad, calculada a través del índice de Shannon el Ai obtuvo un valor de  $H'$ : 1.71, mientras que en el SAR el índice de Shannon fue ligeramente superior alcanzando un valor de  $H'$ : 2.14. En ambos casos la diversidad de herpetofauna se puede considerar como media.

Tabla 25. Datos ecológicos generales del grupo de herpetofauna para el AI y el SAR.

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Índice de diversidad (Shannon $H'$ )
Áreas de influencia	6	17	1.71
Sistema ambiental regional	10	23	2.14

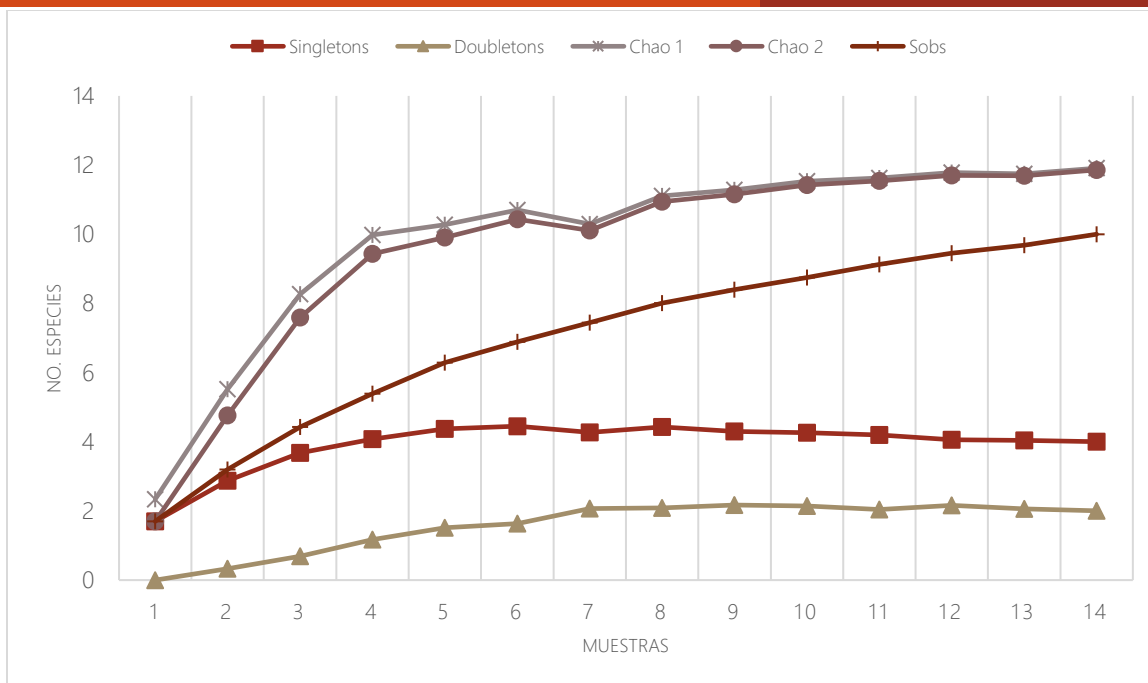
De acuerdo con las curvas de acumulación de especies de herpetofauna para las áreas de influencia se observa todavía en la muestra 14 una mínima tendencia al alza, es decir, no se alcanza la asíntota en su totalidad, a pesar de que las curvas comienzan también a buscar la horizontalidad continua. Básicamente ambos estimadores de riqueza, tanto Chao 1 como Chao 2, se colocan en las cercanías del 100% de las especies observadas, lo cual hace referencia a que los muestreos efectuados tuvieron una alta representatividad, obteniendo el 98.33% de las especies esperadas, según el esfuerzo de muestreo. Por supuesto, existe la posibilidad de nuevos hallazgos, y esto se constata, por un lado, con el hecho de no haberse alcanzado la asíntota, pero también, al observar las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons)

se evidencia que todavía no alcanzan para la muestra 14 el valor cero (0), aunque claramente presentan una tendencia a la baja, lo cual sugiere la posibilidad de registrar nuevas especies raras, que representan una alta inversión de recursos para lograr registrarlas.



Gráfica 7. Acumulación de especies de herpetofauna registradas en el AI. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

Con respecto al SAR, el comportamiento en las curvas de acumulación de las especies varía ligeramente con respecto a las áreas del Proyecto. Si bien, las especies observadas representan el 83.96% y 84.32% de las especies esperadas según los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 respectivamente, se menciona que las curvas en todos los casos no alcanzan la asíntota, y esto se debe a que existe la posibilidad de encontrar nuevas especies, que dada la situación, corresponderían a especies raras, ya que al observar las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons) se revela el hecho de que ninguna alcanza el valor cero (0), sugiriendo la presencia de especies raras aún por registrar. Por supuesto, la obtención de nuevos registros, que correspondan a especies raras, se traduce en una amplia inversión de recursos, que no siempre está acorde con los objetivos del Proyecto. Como sea, la riqueza de especies de herpetofauna que aquí se presenta es el resultado de un importante esfuerzo de muestreo y representan a su vez, una porción significativa de la riqueza real a nivel regional.



Gráfica 8. Acumulación de especies de herpetofauna registradas en el sistema ambiental regional. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

### Avifauna

Las aves son el grupo más numeroso durante los muestreos. Para las áreas de influencia se registraron 27 especies distribuidas en 17 familias siendo Tyrannidae, Parulidae y Ardeidae las mejor representadas con cuatro, tres y tres especies respectivamente. Mientras que nueve familias solo tuvieron un registro. Para el SAR la riqueza de especies ascendió a 31 repartidas en 20 familias. De éstas, cuatro fueron las más sobresalientes Tyrannidae, Parulidae y Ardeidae con cuatro, tres y tres especies respectivamente. También se obtuvieron 12 familias solo con un registro como fue el caso de Accipitridae, Alcedinidae y Cracidae por mencionar algunas.

Tabla 26.. Especies de aves registradas en el AI y el SAR.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Categoría de permanencia	UICN	NOM-059-SEMARNAT-2010/CITES	Lugar de registro	
							AI	SAR
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	NE	MI, R	LC	-	x	x
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	NE	MI, R	LC	-	x	x
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	CE	R	LC	-	x	x
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla Cola Roja	NE	MI, R	LC	Apéndice II	-	x
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipre corona negra	NE	MI	LC	-	x	x
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	NE	R	LC	-	x	x
Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal Corona Negra	NE	R	LC	Pr	-	x
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín Pescador	NE	R	LC	-	-	x
Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma Morada	NE	R	LC	-	x	x
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	NE	R	LC	-	x	x
Picidae	<i>Dryobates villosus</i>	Carpintero Velloso	NE	R	LC	-	x	x
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	Mosquero Garganta Blanca	NE	MI, MV, R	LC	-	x	x
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	NE	MI, R	LC	-	x	x
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared Pecho Gris	NE	R	LC	-	x	x
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tjereta	NE	MI, MV, R, T	LC	-	x	x
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	NE	R	LC	-	x	x
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	NE	R, MV	LC	-	x	x

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Categoría de permanencia	UICN	NOM-059-SEMARNAT-2010/CITES	Lugar de registro	
							AI	SAR
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	NE	R	LC	-	x	x
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	NE	R, MI	LC	-	x	x
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	NE	R	LC	Apéndice III	x	x
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo	Exo	R	LC	-	x	x
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	NE	R	LC	-	x	x
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	NE	R	LC	-	x	x
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	NE	MI, R	LC	-	x	x
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenalito	NE	MI, R	LC	-	x	x
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	NE	R	LC	-	x	x
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Chipe Tropical	NE	R, MV	LC	-	x	x
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azul gris	NE	R	LC	-	x	x
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Primavera	NE	MI, R	LC	-	x	x
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	NE	R	LC	Apéndice II	-	x
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	NE	MI, MV	NT	-	x	x

Para el caso de las especies endémicas, en este trabajo utilizamos la siguiente clasificación: Endémicas (**EN**), Semiendémicas (**SE**) y Cuasiendémicas (**CE**) (González García y Gómez de Silva, 2002). Las especies endémicas son aquellas cuya distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos del territorio de México, las especies semiendémicas incluyen a las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año y, por último, las especies cuasiendémicas son aquellas que tienen áreas de distribución que se extienden ligeramente fuera de México hacia algún país vecino ( $\leq 35\ 000\ \text{km}^2$ ), debido a la continuidad de los hábitats.

Categorías de residencia: Las especies fueron clasificadas en distintas categorías de residencia utilizando información publicada en la literatura especializada (Howell y Webb, 1995; Peterson y Chalif, 1973; Sibley, 2000) y mediante el análisis de datos de presencia y estacionalidad obtenidos de la plataforma aVerAves de la CONABIO (<http://ebird.org/content/averaves/>).

En este trabajo utilizamos 6 categorías básicas, a partir de las cuales se le asignó una o más categorías de residencia a cada especie, empezando por su estatus de residencia principal, de manera que cuando una misma especie tiene más de una categoría, ésta aparece en el listado enseguida de la primera y así sucesivamente:

1. Residentes (**R**) son las especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región.
2. Migratorias de invierno (**MI**) son las especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y más al sur, por lo general entre los meses de septiembre y abril.
3. Migratorias de verano (**MV**) son las especies que están en México únicamente durante la temporada de reproducción en verano, por lo general entre marzo y septiembre.
4. Transitorias (**T**) son especies que durante la migración van de paso por nuestro país para dirigirse a sus áreas de invernación al sur en el otoño, o hacia sus áreas de reproducción en el norte durante la primavera.
5. Accidentales (**A**) son especies cuya presencia en México es rara o irregular, por ejemplo, individuos en dispersión que están fuera de sus áreas de distribución habitual, o individuos que han sido arrastrados por fenómenos meteorológicos extremos como huracanes y tormentas.
6. Oceánicas (**O**), representadas por las especies de aves pelágicas que pasan la mayor parte del tiempo en mar abierto, y que por lo general se reproducen en islas. Si bien esta última no es una categoría de residencia, si permite destacar su presencia regular en el mar abierto durante la mayor parte del año.

En el tema de los endemismos, de las 31 especies registradas 29 son no endémicas para México, eso significa que presentan una amplia distribución tanto en el país como fuera de éste. Por otro lado, una especie, el gorrión europeo

(*Passer domesticus*) se cataloga como exótica y asociada a áreas degradadas y asociadas a sitios urbanos. Otra especie es el chipe gorra canela (*Basileuterus rufifrons*) catalogada como cuasiendémica, es decir, las que tienen la mayor parte de su distribución en México, con pocas localidades marginales en algún país colindante.



Fotografía 10. Imagen 2. Especie de ave exótica y cuasi endémica registradas en campo. A: *Passer domesticus* y B: *Basileuterus rufifrons*.

Del total de especies registradas solo la zorzal corona negra (*Catharus mexicanus*) se encuentra referido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con el estatus Sujeta a Protección Especial. Cabe destacar que dicha especie fue registrada a nivel SAR, calificándose como una especie rara, es decir, que pudo registrarse en una ocasión, de modo que, aunque se trata de una especie en riesgo, aparentemente hay una importante población de ejemplares en la región. En el ámbito internacional representado por CITES, se registran tres especies de aves en el Apéndice II y III que corresponde a especies que no necesariamente se encuentra amenazadas de peligro de extinción pero que merecen ser conservadas para evitar ese riesgo. Las especies son la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*) en el apéndice III, mientras que la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y la lechuza de campanario (*Tyto alba*) dentro del apéndice II.





Fotografía 11. Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), especie referida en CITES, apéndice II.



Fotografía 12. Zorzal corona negra (*Catharus mexicanus*), especie referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con el estatus Sujeta a Protección Especial (Pr).

Respecto a las categorías de permanencia se menciona que del total de especies registradas 14 de ellas son migratorias en sus distintas variantes (MI - MI, MV - MI, MV, R - MI, MV, R, T - MI, R), de manera que los ecosistemas de la región donde se enclava el Proyecto forman parte fundamental de las áreas de permanencia temporal de numerosas especies de aves. Esto sin duda, denota la relevancia de conservar los ecosistemas que brindan refugio y alimento a grandes bandadas de aves provenientes de Norteamérica para pasar el invierno en México. Algunas especies migratorias son el

chipe corona negra (*Cardellina pusilla*), la gallareta americana (*Fulica americana*), el víreo de bell (*Vireo bellii*), entre otras. Por otra parte, las 17 aves restantes están catalogadas como especies residentes, es decir, permanecen todo el año dentro del país. Entre estas se puede mencionar al carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*), Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) y luisito común (*Myiozetetes similis*) por mencionar algunas.

El conteo de aves dentro de los sitios de muestreo de las áreas del Proyecto arrojó un total de 138 ejemplares repartidas en 27 especies. De este total, seis especies resultaron abundantes entre las que se pueden mencionar a la primavera (*Turdus migratorius*), el gorrion europeo (*Passer domesticus*) y el chipe gorra canela (*Basileuterus rufifrons*). En el lado contrario están las especies raras, es decir, aquellas que solo fueron registradas en una o dos ocasiones, por ejemplo, la garza nocturna corona negra (*Nycticorax nycticorax*), el cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) y la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*).

Tabla 27. Abundancia de las especies registradas en el AI. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente; R: rara.

Familia	Especie	Sitios (AI)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	2	0	2	10	F
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	5	O
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4	O
Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Picidae	<i>Dryobates villosus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	R
Tyrannidae	<i>Empidonax albicularis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	O
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	O
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4		7	F
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	O
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0		4	O
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	3	2		10	F
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	R
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	3	0	2	12	AB
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		2	R
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	5	O
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	F
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	5	O
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	2	3	0	9	F
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	6	F
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	O
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	1	1	0	0	0	1	0	3	2	0	4	3	0	0	15	AB
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	O
	Total	9	7	6	8	8	10	6	13	8	13	12	14	11	13	138	

Para el sistema ambiental regional el conteo de aves ascendió a 163 individuos repartidos en 31 especies. En el grupo de especies abundantes, es decir, aquellas de las cuales se registraron once individuos o más, se puede mencionar al Luisito común (*Myiozetetes similis*), al chipe gorra canela (*Basileuterus rufifrons*) y a la primavera (*Turdus migratorius*). En el lado opuesto están las especies raras de las cuales se registraron cinco, con apenas uno o dos individuos para cada una. Entre dichas especies se encuentra el martín pescador (*Chloroceryle aenea*), la zorzal corona negra (*Catharus mexicanus*), la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y la garza nocturna corona negra (*Nycticorax nycticorax*). Las especies ocasionales y frecuentes fueron las mejor representadas en términos de riqueza de especies con 23 especies registradas respectivamente.

Tabla 28. Abundancia de las especies registradas en el sistema ambiental regional. AB: abundante; O: ocasional; F: frecuente; R: rara.

Familia	Especie	Sitios (SAR)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	F
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	F
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	0	2	3	0	2	0	0	2	0	0	1	2	1	0	13	AB
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	R
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	7	F
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	6	F
Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	R
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	O
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	O
Picidae	<i>Dryobates villosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	4	O
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	5	O
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	5	O
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	9	F
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	7	F
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	O
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	0	2	1	3	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	14	AB
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	5	O
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7	F
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	5	O
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6	F
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	5	O
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	F
Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6	F
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	O
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	0	0	3	0	0	0	1	0	1	2	0	2	1	1	11	AB
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	O
	Total	10	13	13	12	15	11	12	9	11	13	11	14	10	9	163	

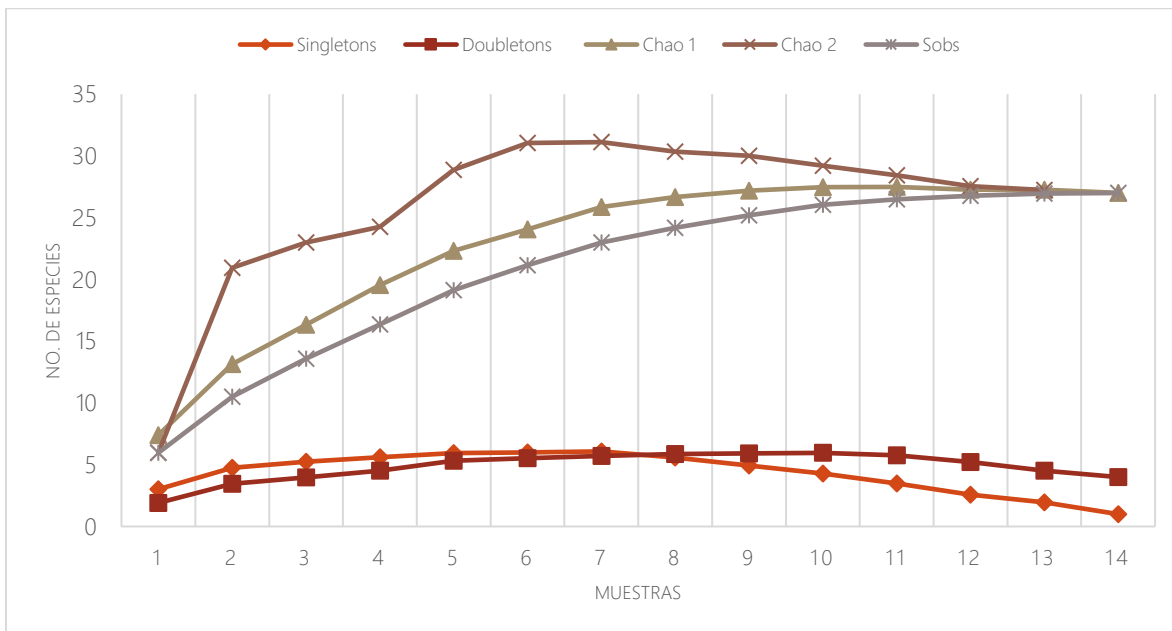
Ya se ha comentado que las aves fueron el grupo de vertebrados mejor representado tanto en el AI como en el SAR. Comparativamente entre estas dos grandes áreas la riqueza de especies y la abundancia fue superior en el SAR. En el caso de la diversidad, calculada a través del índice de Shannon el AI obtuvo un valor de  $H'$ : 3.11, mientras que en el SAR el índice de Shannon fue ligeramente superior alcanzando un valor de  $H'$ : 3.26. En ambos casos la diversidad de aves se puede considerar como alta a juzgar por el impacto actual de los ecosistemas, donde, a pesar de dicho deterioro, es posible encontrar una riqueza importante de aves tanto residentes como migratorias de Norteamérica.

Tabla 29. Datos ecológicos generales del grupo aves para el AI y el SAR.

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Índice de diversidad (Shannon $H'$ )
Área de influencia	27	138	3.11
Sistema ambiental regional	31	163	3.26

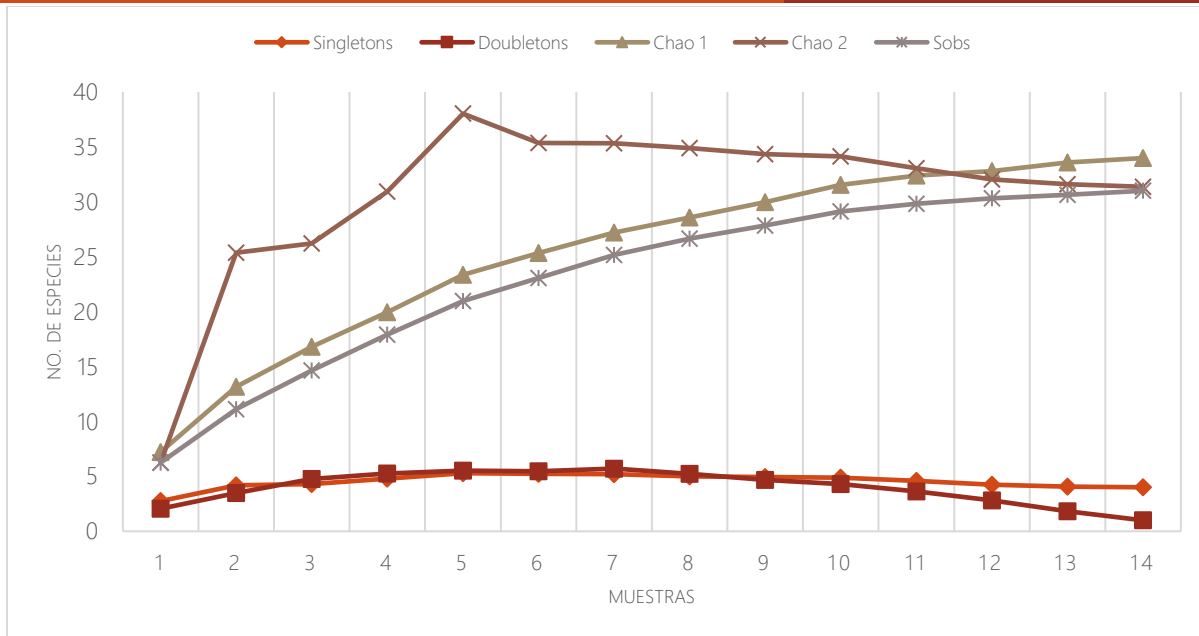
De acuerdo con las curvas de acumulación de especies de aves para las áreas de Proyecto, se observa todavía en la muestra 14 una ligera tendencia al alza, es decir, no se alcanza la asíntota, a pesar de que las curvas comienzan también a buscar la horizontalidad. Básicamente ambos estimadores de riqueza, tanto Chao 1 como Chao 2, se colocan en las cercanías del 100% de las especies observadas, lo cual hace referencia a que los muestreos efectuados tuvieron una alta

representatividad, obteniendo el 99.85% de las especies esperadas, según el esfuerzo de muestreo. Por supuesto, existe la posibilidad de nuevos hallazgos, y esto se constata, por un lado, con el hecho de no haberse alcanzado la asíntota, pero también, al observar las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons) se evidencia que todavía no alcanzan para la muestra 14 el valor cero (0), aunque claramente presentan una tendencia a la baja, lo cual sugiere la posibilidad de registrar nuevas especies raras, que representan una alta inversión de recursos para lograr registrarlas. Cual sea el caso, la riqueza de especies que se logró registrar durante los muestreos, conforman una parte muy importante de la riqueza real de aves de la región.



Gráfica 9. Acumulación de especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

Para el SAR el comportamiento en las curvas de acumulación de las especies es muy similar a lo obtenido para las áreas del Proyecto. Si bien, las especies observadas representan el 91.23% y 98.88% de las especies esperadas según los estimadores de riqueza Chao 1 y Chao 2 respectivamente, se menciona que las curvas en todos los casos no alcanzan la asíntota, y esto se debe a que existe la posibilidad de encontrar nuevas especies, que dada la situación, corresponderían a especies raras, ya que al observar las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons) se revela el hecho de que ninguna alcanza el valor cero (0), sugiriendo la presencia de especies raras aún por registrar. Por supuesto, la obtención de nuevos registros, que correspondan a especies raras, se traduce en una amplia inversión de recursos, que no siempre está acorde con los objetivos del Proyecto. Como sea, la riqueza de especies de aves que aquí se presenta es el resultado de un importante esfuerzo de muestreo y representan a su vez, una porción significativa de la riqueza real de la región.



Gráfica 10. Acumulación de especies de aves registradas en el sistema ambiental regional. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

### Mastofauna

El registro de mamíferos durante los muestreos acumuló cuatro especies para las áreas de influencia (AI) y seis especies para el sistema ambiental regional (SAR). Todas las especies que se encontraron en el AI fueron también registradas en el SAR. En general, ninguna especie es endémica para el país, lo que significa que la distribución natural de cada especie se extiende ampliamente, no solo en diferentes regiones de México, sino también hacia Norteamérica principalmente.

En el marco legal, de acuerdo con la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna especie se encuentra referida bajo alguna categoría de riesgo. En el entorno internacional, específicamente en la CITES, se registra únicamente el coatí (*Nasua narica*) en el Apéndice III que corresponde a una especie que está protegidas al menos en un país, lo que lo hace una especie relativamente vulnerable y con prioridad de conservación.

Tabla 30. Especies de mamíferos registrados en el AI y el SAR. Se incluye la categoría de endemismo, de permanencia, de riesgo ambiental y el lugar general de registro. SE: semiendémica; NE: no endémica; Ex: exótica; R: residente; MI: migratoria de invierno.

Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Categoría de permanencia	NOM-059-SEMARNAT-2010/CITES	Lugar de registro	
						AI	SAR
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	NE	R	-	x	x
Dasyopodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	NE	R	-	-	x
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	NE	R	-	x	x
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	NE	R	Apéndice III	-	x
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	NE	R	-	x	x
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NE	R	-	x	x

El conteo de mamíferos para el AI arroja una abundancia total de 5 ejemplares repartidos en cuatro especies, donde el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) fue la especie catalogada como frecuente con un total de dos ejemplares. No se

registraron especies en categoría de ocasionales, que corresponden a aquellas de tres a cinco registros. Finalmente están las especies raras como el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el mapache (*Procyon lotor*) con un ejemplar cada uno respectivamente. Básicamente hubo una regular representatividad de mamíferos, considerando que son uno de los grupos más difíciles de registrar; este hecho denota, que aún existen áreas de vegetación forestal capaces de albergar especies de mamíferos de talla mediana y grande, lo que resalta su valor en términos de conservación.

Tabla 31. Abundancia de las especies de mamíferos registradas en el AI. O: ocasional; F: frecuente; R: rara.

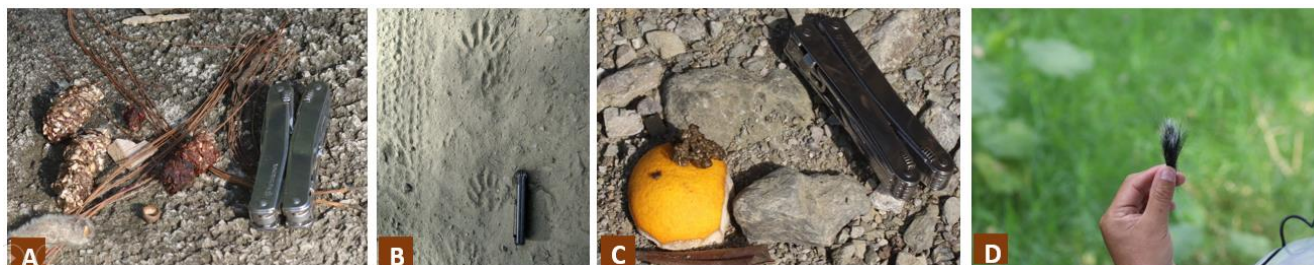
Familia	Especie	Sitios (AI)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	R
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
	Total	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	5	

El caso del SAR, es todavía más destacado que el AI, pues se contabilizaron 8 individuos de 6 especies. De éstas, las especies mejor representadas fueron el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*) y el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*) con dos ejemplares respectivamente. En la situación contraria están el mapache (*Procyon lotor*), el armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el coatí (*Nasua narica*) con un ejemplar por cada especie.

Tabla 32. Abundancia de las especies de mamíferos registradas en el SAR. O: ocasional; F: frecuente; R: rara.

Familia	Especie	Sitios (SAR)														Abundancia cuantitativa	Abundancia cualitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	R
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	R
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	R
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	R
	Total	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	8	

Los registros a través de huellas y otros rastros fueron el método más efectivo logrando registrar estas especies encontradas. En general el hallazgo de huellas y heces fecales fueron los elementos indirectos encontrados con los que identificaron las especies.



Fotografía 13. Huellas y excretas de cuatro especies de mamíferos registrados en campo. Registro de mamíferos en distintos ambientes durante los recorridos de campo. A: *Didelphis virginiana*; B: *Procyon lotor*; C: *Urocyon cinereoargenteus*; D: *Bassariscus astutus*.

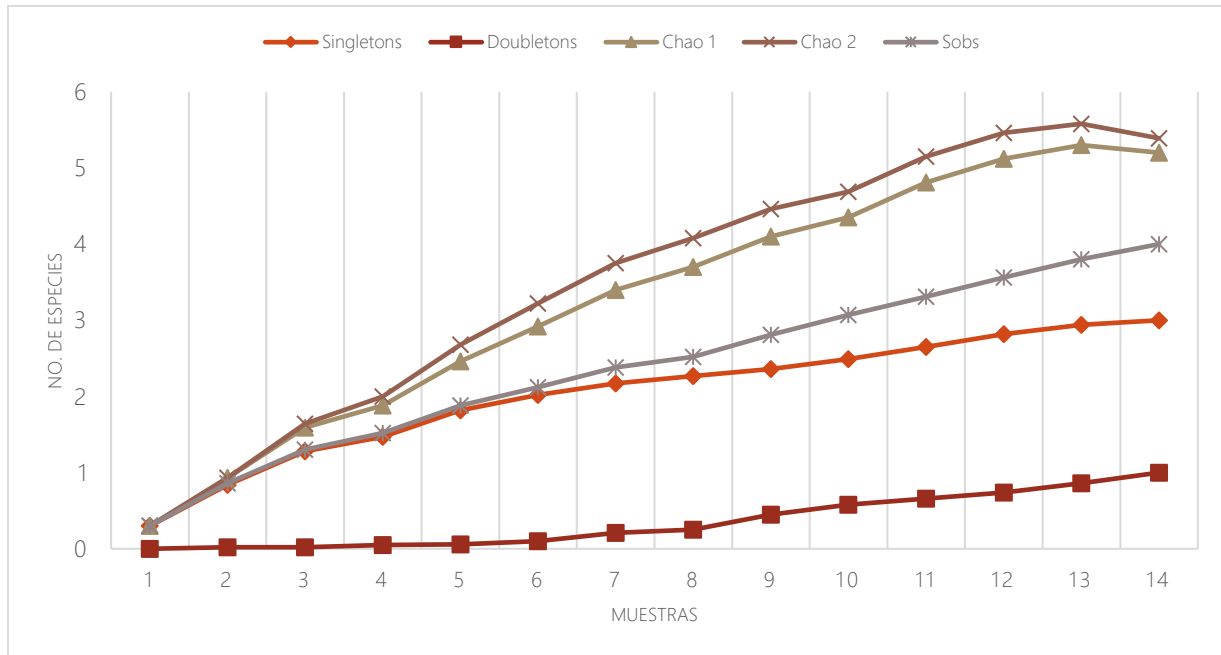
La diversidad de mamíferos para las áreas de influencia se calcula en un valor de  $H'$ : 1.33, según el índice de Shannon. Este valor podría traducirse como una diversidad baja, que pudiera estar afectado por dos motivos, entre otros. El primero corresponde a que las áreas del Proyecto se observan, de manera general, un tanto más degradadas que otras zonas similares en el SAR; y el segundo motivo, podría relacionarse con la temporalidad de los muestreos (invierno inicial), pues si bien, muchas especies de mamíferos no entran en hibernación, si suelen tener una menor actividad durante la época de invierno o temporada de secas, reduciendo la posibilidad de ser registradas. Comparativamente, la diversidad para el SAR se estima en  $H'$ : 1.73, que corresponde a una diversidad media-baja, pero un tanto superior a lo obtenido para el AI. Por supuesto, esta ligera superioridad en la diversidad de mamíferos se relaciona con el hecho de que en el SAR los ecosistemas presentan una mejor calidad, por lo menos en algunos sitios, pero además, las áreas cerca y fuera de los límites del SAR en la parte centro-oeste y suroeste, podrían ejercer cierta influencia en el flujo de especies, ya que se trata de zonas con relieves pronunciados, comunidades vegetales distintas y extensiones forestales de mayores dimensiones, que sugieren una riqueza de especies superior.

Tabla 33. Datos ecológicos generales del grupo mamíferos para las áreas de influencia y el sistema ambiental regional.

Sitio	Riqueza de especies	Abundancia	Índice de diversidad (Shannon $H'$ )
Área de influencia	4	5	1.33
Sistema ambiental regional	6	8	1.73

Según el esfuerzo de muestreo en las áreas de influencia se registraron cuatro especies de mamíferos con un comportamiento en la curva de acumulación de especies que sugiere la posibilidad de obtener nuevos registros, ya que la curva no alcanza la asíntota, aunque en la muestra catorce se observa una leve horizontalidad. La situación es bastante similar en los estimadores de riqueza. Para Chao 1 se encontraron el 76.92% de las especies esperadas, mientras que para Chao 2, la riqueza de especies se igual al 74.21%. En ambos casos se aprecia un ajuste aceptable para los estimadores de riqueza, ya que de acuerdo con las publicaciones (J. Hortal & J. M. Lobo, 2002. y Jiménez-Valverde & Hortal 2003) consideran que “una representación adecuada de la comunidad es alcanzada cuando se registra más del 70% de especies esperadas. Proporciones superiores al 70% para las estimaciones de riqueza asíntótica se hacen estables y aceptables” de manera que, el esfuerzo de muestreo resulta representativo dadas las condiciones actuales de la región, donde las actividades antropogénicas se encuentran muy marcadas.

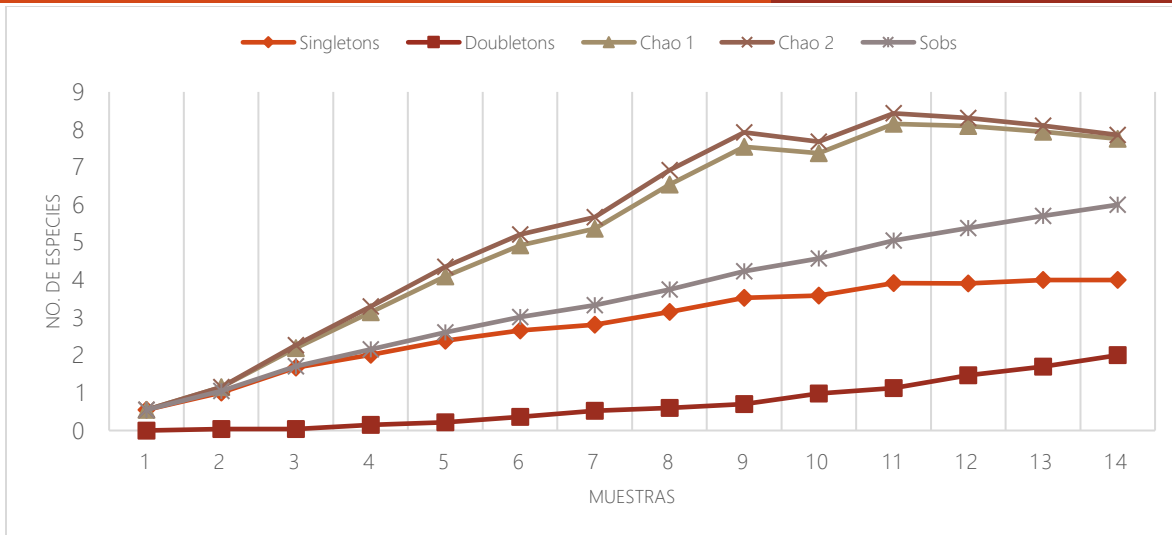
Esta situación no indica que se hayan registrado todas las posibles especies presentes para las áreas de influencia, sino más bien, que se han registrado posiblemente, una gran parte de las especies comunes, y que la probabilidad de nuevos registros podría corresponder a especies raras, las cuales implican un considerable esfuerzo de muestreo extra para poder obtener nuevos registros. Esto se sustenta, además, con el hecho de que las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons) aún no llegan al valor cero (0), sugiriendo que todavía no se ha registrado el total de especies raras para las áreas en cuestión.



Gráfica 11. Acumulación de especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

Para el SAR el comportamiento de las curvas de acumulación de especies, aun se observa en la muestra catorce una ligera tendencia al alza, de modo que al no alcanzar la asíntota es de esperarse el hallazgo de nuevas especies ante un incremento en el esfuerzo de muestreo. Para el estimador Chao 1 se calcula que se registró el 77.42% de las especies esperadas, mientras que para Chao 2 prácticamente se registró el 76.34% de las especies estimadas. Estos resultados indican un esfuerzo de muestreo aceptable y significativo, aunque evidentemente no se ha registrado el total de especies de mamíferos que pudieran estar presentes en el SAR, tal como sugieren las líneas de las especies únicas (singletons) y dobles (doubletons), las cuales se encuentran ligeramente alejadas del valor cero (0), sugiriendo que todavía hay especies raras por registrar, aunque en términos prácticos el registro de nuevas especies implicaría una alta inversión de recursos.

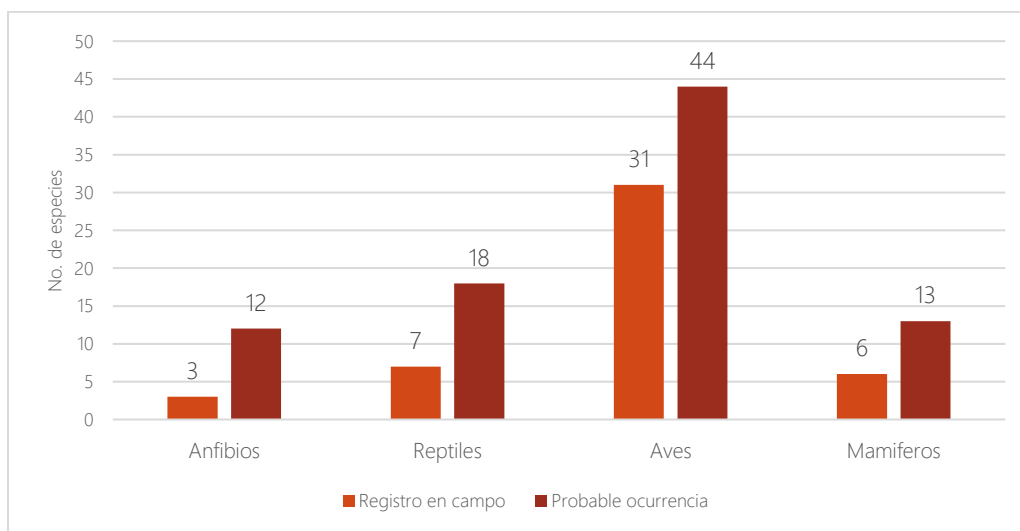




Gráfica 12. Acumulación de especies de mamíferos registrados en el sistema ambiental regional. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; Chao 1 y Chao 2: Estimadores de riqueza.

### Vertebrados terrestres de probable ocurrencia

En relación con la búsqueda bibliográfica, se generó un listado de 87 especies de probable ocurrencia a nivel del SAR. Los resultados indican una alta posibilidad de presencia de 12 especies de anfibios, 18 reptiles, 44 aves y 13 mamíferos, lo que sumaría, una riqueza total estimada de vertebrados terrestres de 87 especies, considerando las registradas durante los muestreos de campo. Evidentemente para alcanzar el total de registros esperados, sería necesario, no solo calendarizar los muestreos en distintas estaciones del año, sino, además, incrementar el esfuerzo de muestreo, sobre todo en aquellas épocas del año donde se dispara la actividad de la fauna silvestre, en este caso la época de lluvias. En este sentido, cabe señalar, que la riqueza de especies registrada en campo equivale al 54.02% del total esperado, lo que significa que se logró registrar una proporción muy importante, considerando que los muestreos se realizaron en época de invierno inicial, siendo ésta, una de las épocas con menor actividad en la fauna silvestre, si se compara con aquellas donde las condiciones climáticas que se hace presente en la región.



Gráfica 13. Riqueza de vertebrados terrestres registrados en campo y de probable ocurrencia a nivel del SAR.

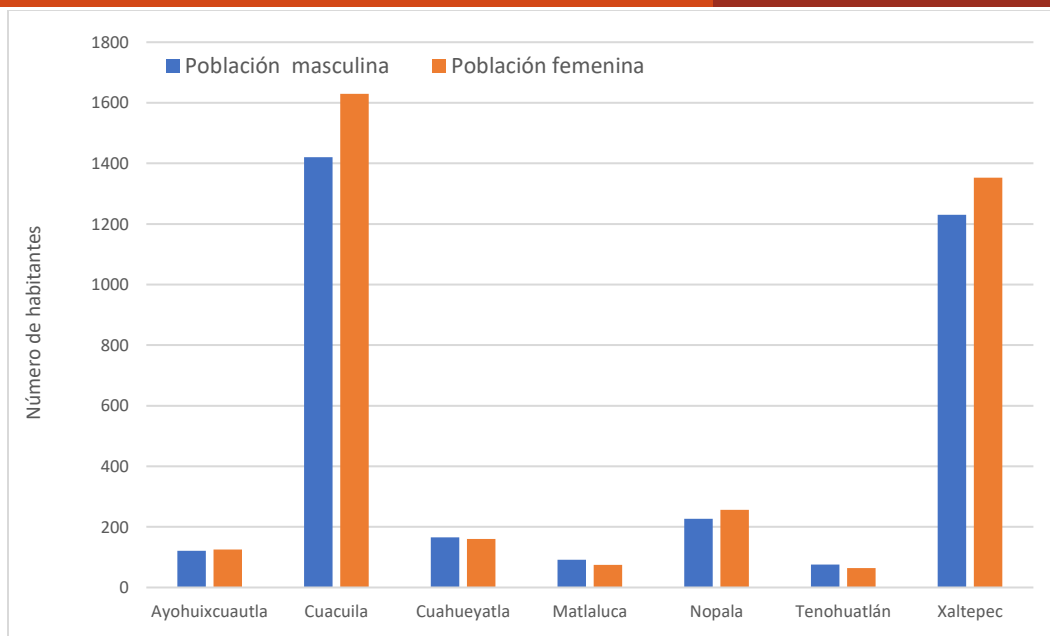
Se registraron para el AI 37 especies de vertebrados terrestres de los cuales 6 son de herpetofauna, 27 de ornitofauna y 4 de mastofauna. Para el SAR el registro de vertebrados terrestres ascendió a 47, repartidas en 10 para herpetofauna, 31 de ornitofauna y 6 de mastofauna. Todas las especies registradas en el AI fueron encontradas también en el SAR denotando en primera instancia, una buena distribución de las especies que ocupan los ecosistemas de la región. Por otro lado, en el tema nacional, la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 indica la presencia de la ranita arborícola plegada (*Hyla plicata*) en categoría de amenazada (A), la culebra minera de tierras altas (*Geophis mutitorques*) en categoría de protección especial (Pr), la culebra chata mexicana (*Salvadora bairdi*) en categoría de protección especial (Pr), la lagartija cola espinosa (*Sceloporus grammicus*) en categoría de protección especial (Pr) y la zorzal corona negra (*Catharus mexicanus*) en categoría de protección especial (Pr). En el ámbito internacional, representado por CITES, se enlistan dos especies en el Apéndice II, aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*); mientras que el coati (*Nasua narica*) y la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*) se encuentran enlistadas en el apéndice III.

El mayor número de registros de vertebrados terrestres se obtuvo para las áreas forestales, aunque también fue posible registrar algunas especies, mayormente aves, en zonas ampliamente modificadas como pastizales inducidos, tierras de cultivo y zonas pobladas. Por su parte, la acumulación de especies y el uso de estimadores de riqueza indican que el esfuerzo de muestreo fue ampliamente representativo en lo que corresponde a la época de los muestreos (invierno inicial). En el caso de que durante las diferentes actividades del proyecto se observen especies que están incluidas dentro del listado de fauna de probable ocurrencia, se deberán tomar todas y cada una de las medidas de mitigación y prevención referidas en la MIA-R.

### **VI.1.3 Medio socioeconómico**

De acuerdo con lo proyectado sobre los trazos de 3 Km y 13.3 Km estos tendrán influencia directa sobre diferentes localidades urbanas y rurales por las que se sitúa el proyecto, se realizó un análisis espacial mediante las siguientes herramientas de INEGI, Inventario Nacional de Viviendas (2016), Catálogo de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social (2010), y Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2016). Los resultados indican que el proyecto afectará de forma directa a siete localidades una de ellas urbana Xaltepec y seis rurales que son: Nopala, Mtlaluca, Tenohuatlán, Ayohuixacuatla, Cuahueyatla y Cuacuila. Por ello se decidió presentar los datos demográficos de estas localidades.

En cuanto a población se observa que existe mayor densidad en Cuacuila y Xaltepec, siendo dominante la población femenina en ambas y en Nopala. Sobre grupos de edad se tiene que la población dominante está en el rango de edad entre 6 a 14 años y entre 18 a 24 años, con mayor abundancia en mujeres. La población económicamente inactiva en general es mayor en todas las localidades analizadas con un total de 2,269 individuos económicamente activos. En cuanto a servicios de salud, la mayoría de la población en todas las localidades no cuenta con derechos a estos servicios, excepto en Cuacuila donde más del 50% si cuenta con asistencia de salud.



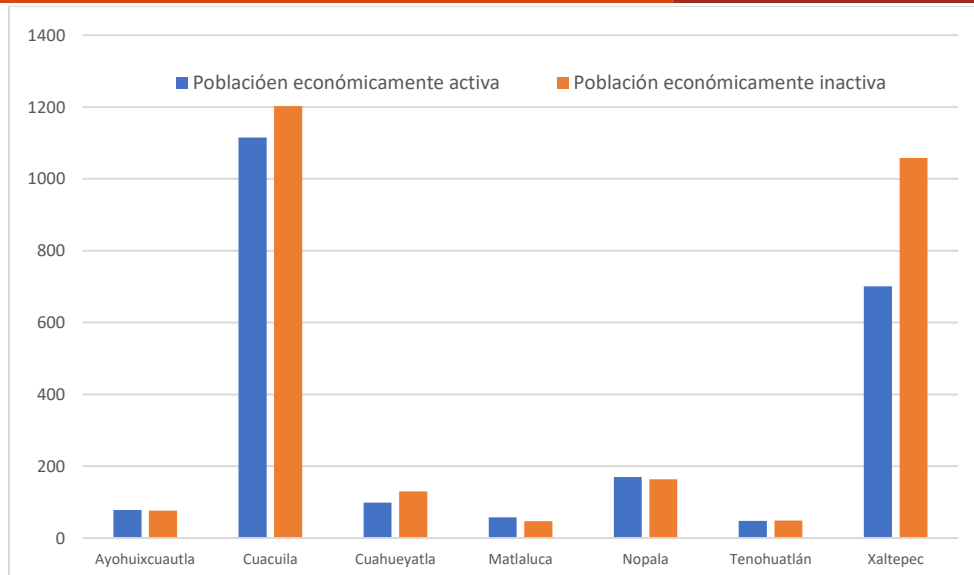
Gráfica 14. Distribución de la población en las localidades donde tiene influencia directa el proyecto.

Tabla 34. Distribución de la población por grupo de edad en las localidades donde tiene influencia el proyecto.

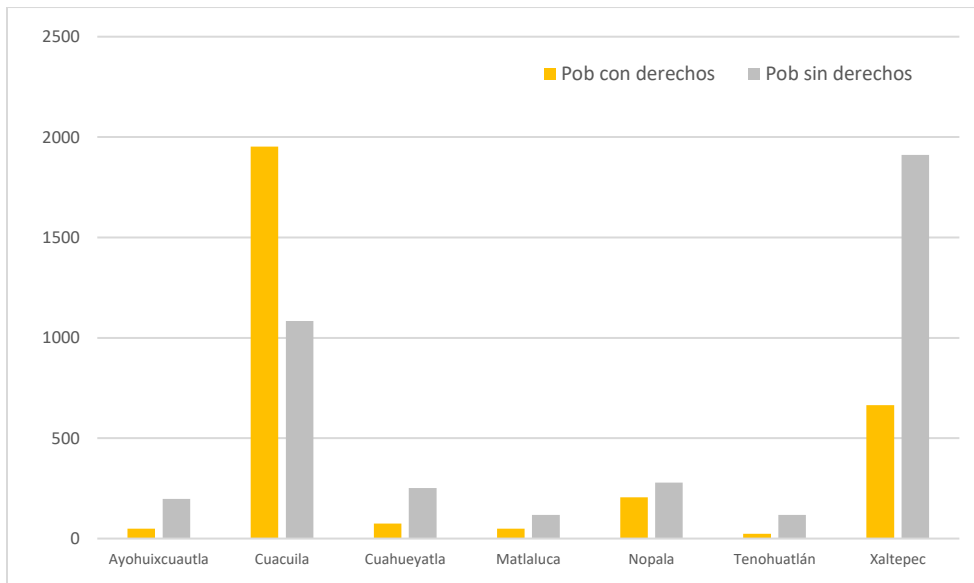
Localidad	Pob 3 a 5 años	Pob 6 a 11 años	Pob 8 a 14 años	Pob 15 a 17 años	Pob 18 a 24 años	Pob 60 y más años
Ayohuixcuautila	22	37	45	18	27	22
Cuacuila	180	349	394	207	441	270
Cuahueyatla	19	58	64	21	44	24
Matlaluca	12	37	38	16	19	9
Nopala	34	82	93	38	74	35
Tenohuatlán	8	25	36	9	20	7
Xaltepec	193	424	543	210	317	168

Tabla 35. Datos demográficos de vivienda en las localidades analizadas.

Localidad	Viviendas totales	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares deshabitadas	Viviendas con electricidad	Viviendas con excusado	Viviendas con drenaje	Viviendas con agua potable	Viviendas con servicios básicos
Ayohuixcuautila	73	54	13	52	41	28	46	23
Cuacuila	839	728	97	716	712	705	713	695
Cuahueyatla	98	77	19	74	74	15	71	14
Matlaluca	40	31	8	29	20	10	27	10
Nopala	124	99	13	97	94	22	62	15
Tenohuatlán	39	34	5	32	32	0	33	0
Xaltepec	603	554	39	542	549	327	385	230



Gráfica 15. Distribución de la población económicamente activa entre cada localidad.



Gráfica 16. Distribución de la población con derechos a los servicios de salud en las localidades analizadas.

Las principales actividades económicas en el sector primario son agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, mientras que en el sector secundario son la industria manufacturera, construcción, electricidad y agua. El municipio cuenta con suficientes atractivos naturales, edificaciones históricas y arquitectónicas de todo tipo lo cual atrae a muchos visitantes y esto representan un importante factor en el desarrollo económico para convertirse, en poco tiempo, en un destino solicitado por los viajeros nacionales e internacionales. El cerro de Zempoala, que se encuentra en la cabecera municipal. La Presa de Necaxa o Presa de Tenango se localiza a 10 kilómetros del municipio; el árbol del Tizoc que se encuentra en Tenango de las Flores a una distancia aproximada de 14 kilómetros; además hay un criadero de truchas en Teopancingo a una distancia aproximada de 15 kilómetros.

## VI.2 PAISAJE

El paisaje es un elemento importante de la calidad de vida de las poblaciones, tanto en los medios urbanos como en los rurales, así como en los territorios degradados o en los de gran calidad, por ello es importante analizar el impacto de un desarrollo de infraestructura sobre este componente. En los análisis paisajísticos es importante determinar la Unidad de Paisaje (UP), entendiéndola como un área estructural, funcional y/o visualmente diferenciada sobre las que puede recaer un régimen diferenciado de protección, gestión u ordenación, de esta manera es primordial la delimitación de la UP para la gestión de sus recursos (Fernández, 2013; Muñoz-Pedrerros, 2004). En el contexto de un estudio de impacto ambiental, el paisaje se considera como un elemento aglutinador de las características del medio físico con capacidad de asimilación de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto de infraestructura. Existen diferentes métodos para la evaluación del paisaje, pero, aunque todos cuentan con algún grado de subjetividad, hay tres aspectos que son indispensables para determinar la asimilación de los efectos negativos debidos al desarrollo humano; estos son:

- Visibilidad: entendiéndola como un espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, esta variable suele estudiarse mediante datos topográficos, y aquellos como altura de la vegetación y condiciones atmosféricas.
- Calidad paisajística: que incluye los aspectos de los componentes del paisaje, la calidad visual y el fondo escénico donde se establecerá el proyecto, como las características morfológicas del sitio en función de la vegetación, cuerpos de agua, el entorno inmediato a 500 y 700 m, la intervisibilidad y la diversidad geomorfológica.
- Fragilidad: que se refiere a la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Muñoz-Pedrerros, 2004).

La calidad del paisaje se evaluó usando un método modificado de Escribano et al. (1991), que considera tres variables a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando, suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; b) carácter histórico-cultural que pondera la existencia al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual del punto, que sumado a los factores histórico culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca (Muñoz-Pedrerros, 2004). La valoración se hizo usando la siguiente fórmula:

$$VFVP = \sum S \frac{f}{nf}$$

Donde:

VFVP= valor de la fragilidad visual del punto

f= factores biofísicos

n= número de factores considerados

Los valores obtenidos de fragilidad de acuerdo con la ecuación fluctúan entre 1 y 3, de menor a mayor fragilidad.

Tabla 36. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje, se muestran los valores numéricos obtenidos (sombreado) para cada factor.

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
Densidad de la vegetación	67%-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
Diversidad de estratos en la vegetación	> 3 estratos vegetales	Bajo	1
	< 3 estratos vegetales	Medio	2
	1 estrato vegetal dominante	Alto	3
Altura de la vegetación	> 3m de altura promedio	Bajo	1
	> 1m <3 m de altura promedio	Medio	2
	< 1m de altura promedio	Alto	3
Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25-55%	Medio	2
	> 55%	Alto	3
Orientación del paisaje	Exposición sur/este	Bajo	1
	Exposición sureste/noreste	Medio	2
	Exposición norte/oeste	Alto	3
Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Los resultados obtenidos arrojan un valor de fragilidad baja de **1.37**, lo cual indica que el paisaje en la zona de estudio presenta buena calidad, a pesar del desarrollo urbano en los alrededores. Esto nos indica que el proyecto no afectará de manera significativa la calidad paisajística actual, además se debe considerar que en el polígono domina las herbáceas por lo que no habrá derribo de vegetación arbórea, las características de las obras que se pretenden llevar a cabo y los materiales que se usarán para las construcciones.

### VI.3 ECOSISTEMAS

De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se entiende como ecosistema *a la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.*

Por otro lado, desde un contexto ecológico y biológico; un ecosistema es el conjunto de interacciones entre componentes bióticos y abióticos presentes en un espacio determinado. Las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de

tiempo que pueden ser de carácter geológico (Smith, 2001). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la diversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable.

También, un ecosistema está conformado por distintos elementos en diferentes niveles jerárquicos, en un primer nivel los organismos individuales reaccionan frente al ambiente físico e influyen sobre el mismo; en el nivel siguiente, los individuos de la misma especie forman poblaciones que podemos describir en términos de abundancia, tasa de crecimiento y distribución por edades. En un nivel posterior, los individuos de estas poblaciones interactúan entre sí y con los de otras poblaciones para formar una comunidad.

Durante los recorridos de campo en ambos trazos proyectados se observó la fragmentación de las comunidades vegetales existentes en la región, la mayoría de la superficie en los alrededores es de uso agrícola, con algunos asentamientos humanos, lo que ha provocado la degradación del Bosque Mesófilo (BM) y presencia de especies ruderales e invasoras. No obstante, en los fragmentos de vegetación nativa se observan especies características del BM, es decir vegetación primaria en buen estado de conservación, lo que contribuye a mantener hábitats para la fauna local y reservas de germoplasma.

Y en común con la flora, se manifiesta la importancia primaria que tiene la fauna nativa considerando su interacción con la vegetación. Las interacciones entre flora y fauna son especialmente diversas. Los animales no sólo han evolucionado la habilidad para alimentarse directamente de los tejidos vegetales, sino que las plantas han evolucionado la habilidad de aprovechar a los animales. La mayor parte de las plantas dependen de animales para polinizar sus flores o dispersar sus semillas. Por consiguiente, la trama de interacciones entre plantas y animales de cualquier ecosistema involucra una combinación de relaciones mutualistas y antagonistas que varía entre las especies y ecosistemas en un mundo en constante cambio (Medel-Aizen, 2009).

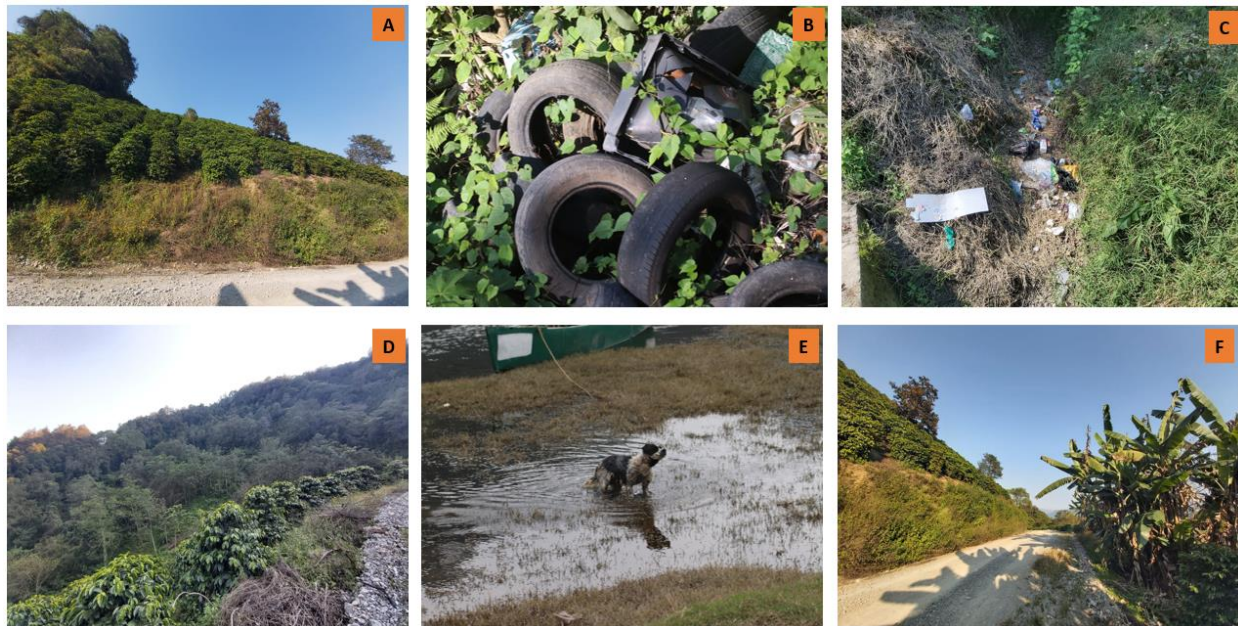
A continuación, de forma complementaria se incluye la importancia faunística y su rol dentro del SAR buscando reflejar la importancia de este gremio para un equilibrio del ecosistema. Además de conocer más a detalle su importancia en la regulación de las funciones ecológicas.

El AI puede describirse zonas forestales de vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña y zonas no forestales, que se compone, como su nombre lo indica, principalmente de tierras agrícolas, ya sea de cultivos anuales como el maíz, o bien, de cultivos perennes como el pino de navidad y café. A pesar de que los cultivos agrícolas ofrecen una cobertura importante para el suelo, y generan microambientes que son utilizados por numerosas especies de fauna silvestre, es importante destacar que, el uso de agroquímicos es un hecho comprobado que podría estar afectando a la calidad ambiental en distintos aspectos. Algunos otros elementos o características del AI que, sin duda, forman parte de los componentes negativos del ambiente son la presencia de basura urbana como tiraderos dispersos, el pastoreo de ganado bovino, la ocurrencia de especies de fauna exótica (ejemplo: *Passer domesticus* y *Columba flavirostris*) y doméstica (perros, gatos y guajolotes) en diferentes áreas a lo largo de los caminos a modernizar, además de la existencia de numerosas vías de comunicación que generan fragmentación de hábitats y ocasionalmente la colisión o atropellamiento de algunas especies de fauna silvestre.

En las siguientes imágenes se muestran los elementos antrópicos observados durante los recorridos de campo que afectan a los distintos gremios faunísticos.



Fotografía 14. Elementos compositivos de los agroecosistemas presentes en el AI (A: presencia de guajolotes domésticos, B: Cultivo de maíz, C: poblados, D: animales de carga, E: caminos existentes y F: ganado vacuno).



Fotografía 15. Elementos compositivos de los agroecosistemas presentes en el AI. (A: Cultivos de pino de navidad, B y C: Basureros, D: Cafetales, E: Perros y F: frutales sobre caminos alledaños).

Cada uno de estos elementos mostrados en las imágenes anteriores, son algunos de los factores antrópicos que repercuten negativamente para la fauna silvestre que requiere ciertas condiciones de conservación para su subsistencia.

No obstante, el cambio radical de un paisaje natural hacia uno agroecológico, la presencia de fauna silvestre en el área de estudio fue bastante interesante, registrándose numerosas especies de los grupos de vertebrados terrestres, dominando evidentemente el grupo de las aves. Esta importante diversidad de fauna silvestre se debe fundamentalmente



a la presencia de alimento en cultivos o frutales. Además de su disponibilidad de agua en escurrimientos, que generan microambientes de mayor calidad para la vida silvestre y ayudan a la dispersión de las especies de fauna, ya que algunos escurrimientos permiten el desarrollo de una vegetación herbácea y arbustiva abundantes, de manera que, forman franjas de vegetación, las cuales son usadas por la fauna como corredores locales, elevando el nivel de conectividad entre distintas áreas del Proyecto.



Fotografía 16. Registro de escurrimiento y cuerpos de agua cercanos al proyecto.

Por otro lado, las especies de vertebrados terrestres encontradas durante los muestreos, revelan que, a pesar del fuerte impacto sobre la vegetación original, provocada por las distintas actividades antropogénicas mencionadas, se registró una parte importante de la composición real de los principales grupos faunísticos. Del grupo de herpetofauna, se registraron especies asociadas a los ambientes más húmedos encontrados durante los recorridos, por un lado, sobre escurrimientos registrados durante los recorridos, en bebederos del ganado vacuno (anfibios) y por otro parte, en las laderas y corteza de árboles (reptiles).



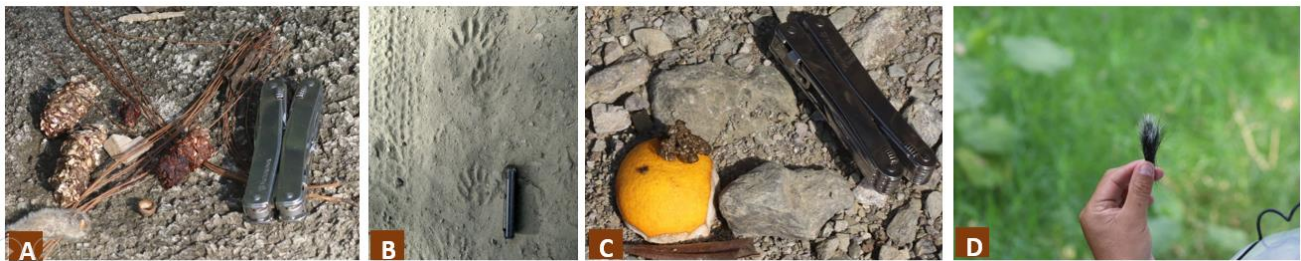
Fotografía 17. Ejemplo de algunos ejemplares de anfibios registrados en campo. A: *Smilisca baudinii*; B: *Bufo nebulifer* C: *Lampropeltis triangulum* y D: *Sceloporus occidentalis*.

En el caso de las aves, al tener una alta capacidad de desplazamiento se pudieron obtener registros en todos los ambientes posibles, desde áreas abiertas hasta zonas forestales, aunque fue notoria una mayor diversidad en zonas con buena cobertura vegetal de especies de follaje perenne.



Fotografía 18. Registro de algunas aves en distintos ambientes durante los recorridos de campo. A: *Coragyps atratus*; B: *Pintangus sulphuratus*; C: *Plegadis chihi*; D: *Columba flavirostris*.

Todas las especies de mamíferos registrados en campo se pueden catalogar como especies comunes y con una buena adaptación a ambientes perturbados, aunque es un hecho que requieren al menos de la presencia de fragmentos de hábitats adecuados para refugiarse, disponer de recursos y reproducirse.



Fotografía 19. Registro de mamíferos en distintos ambientes durante los recorridos de campo. A: *Didelphis virginiana*; B: *Procyon lotor*; C: *Urocyon cinereoargenteus*; D: *Bassariscus astutus*.

En general, las condiciones ambientales del AI y en el SAR presentan algunos fragmentos forestales que permiten, a pesar de la alta deforestación, la presencia de una importante diversidad de vertebrados terrestres, señal de una aceptable funcionalidad ecológica de los ecosistemas, que evidentemente se ve amenazada por las actividades agrícolas, el pastoreo, la extracción de leña, el crecimiento de los asentamientos humanos, la presencia de basura urbana y demás factores antropogénicos para estimular el crecimiento de pastos nuevos por mencionar algunos de los problemas más importantes.

Cabe mencionar que en la presente MIA-R se incluye una serie de medidas de mitigación que buscan reducir al mínimo el impacto con la incursión del Proyecto; las medidas principales son el rescate y reubicación de flora silvestre, acciones de reforestación y el rescate y reubicación de fauna. Dichas medidas ayudaran a mejorar la funcionalidad del ecosistema que por sí sola restaura con el paso del tiempo.

Se recalca que en algunas zonas puntuales de la superficie del área de influencia del Proyecto presenta vegetación nativa en distintos grados de conservación y perturbación. Sin embargo, no existe ningún componente relevante y/o crítico con alto potencial de afectación por la realización del Proyecto, ya que en su mayor parte, el ecosistema se encuentra modificado por las actividades antropogénicas de la región, sin embargo, se deberá de trabajar con estricto apego a la legislación y normatividad ambiental vigente, para evitar generar impactos ambientales que modifiquen ampliamente el

paisaje natural de la zona en estudio; es por eso que mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se planea trabajar sustentablemente en las diferentes etapas del Proyecto, tales como: preparación del sitio, construcción y operación, aplicando medidas de restauración y mitigación para la compensación de impactos ambientales que puedan ser ocasionados por las actividades durante la modernización de los caminos.

## VII. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Los efectos negativos de este tipo de proyecto (modernización de un camino) pueden ser variados y de diferente intensidad, según las dimensiones, sin embargo, se pueden citar los siguientes: 1) pérdida y alteración de los ecosistemas; 2) fragmentación de zonas remanentes de vegetación natural; 3) formación de obstáculos para la migración de algunas especies de fauna silvestre con una alta susceptibilidad de atropellamientos.

Sin duda la principal razón del deterioro ambiental a nivel global se refiere al modelo insostenible de producción y consumo en los países industrializados. Y aunque ha habido algunos cambios con fines positivos, es un hecho que la situación ambiental del planeta es cada vez peor, perfilándose como irreversible (Colín, 2003). Los desastres ambientales sacuden cada vez con más frecuencia y mayor fuerza a nuestro planeta y a la humanidad. Estas calamidades no son casuales, sino resultado de burdos errores en la agricultura, la silvicultura, la gestión del agua, la ciencia y la política. Para revertir o frenar el deterioro ambiental basta con entender el funcionamiento de los ecosistemas naturales, donde todos sus elementos se encuentran finamente armonizados y todos sus recursos por tanto son aprovechados. Cada parte toma lo que necesita y devuelve lo que no necesita (Holzer, 2015).

### VII.1 EVALUACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES (MÉTODO IN SITU)

#### VII.1.1 Metodología

En el presente apartado se estimaron las condiciones ambientales del proyecto y áreas adyacentes al mismo, a partir de la evaluación de ocho factores representativos del entorno inmediato. La principal característica de inclusión en la selección de los factores ambientales fue la practicidad con la que es posible evaluar de forma general y visualmente las condiciones en que se encuentra cada uno de los factores. Así entonces, los factores seleccionados fueron: 1) las geoformas, 2) el suelo, 3) la calidad del agua, 4) la cubierta vegetal, 5) la naturalidad de la vegetación, 6) la calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre, 7) la diversidad biológica observable, y 8) la evidencia de penetración antropogénica. En este sentido y previo a la salida de campo, se elaboró una tabla de evaluación, misma que se compone, por un lado, por todos los factores ambientales seleccionados, que incluye para cada uno, una breve descripción de las posibles condiciones o características por considerar durante la evaluación, y, por otro lado, cada factor presenta un rango de calidad ambiental de cinco niveles cualitativos y cuantitativos.

Tabla 37. Matriz de evaluación ambiental para su aplicación en campo.

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas <i>Características o condición a evaluar:</i> Cortes en el terreno, terraplenes, extracción o agregación de material, túneles, minería subterránea y a cielo abierto, etc.	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo <i>Características o condición a evaluar</i>	Sin erosión aparente	5
	Escasa erosión	4

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto de desmontes o incendios, pastoreo, etc.	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Calidad del agua <i>Características o condición por evaluar:</i> Evaluar visual y olfativamente cuerpos y corrientes de agua. Poner atención en el crecimiento excesivo de plantas o algas acuáticas. De no existir cuerpos o corrientes de agua se evalúan posibles elementos que pudieran contaminar las aguas superficiales o subterráneas en época de lluvias.	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
Cubierta vegetal <i>Características o condición por evaluar:</i> Evaluar visualmente el porcentaje aproximado que cubre la vegetación leñosa en una superficie determinada, siempre en relación con el tipo de vegetación que se trate. Los valores porcentuales varían mucho en ecosistemas áridos y pastizales naturales. En ecosistemas tropicales o bosques templados el porcentaje de cobertura suele superar naturalmente el 100%, mientras que en matorrales naturales el porcentaje máximo puede llegar apenas al 50%. Los valores serán relativos.	Mayor al 100 %	5
	75 – 100 %	4
	50 – 75 %	3
	25 – 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación <i>Características o condición por evaluar:</i> Buscar evidencias de desmontes, incendios, crecimiento de vegetación secundaria, malezas o plantaciones con estructura antinatural, monosiembras o reforestaciones con especies alóctonas.	Vegetación original	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre <i>Características o condición por evaluar</i> Analizar el estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., además de elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios.	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Diversidad biológica observable <i>Características o condición por evaluar</i> De acuerdo al tipo y condición de los ecosistemas se evaluarán en función de lo observable en términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos.	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
Evidencia de penetración antropogénica <i>Características o condición por evaluar:</i> Presencia de asentamientos humanos, caminos, brechas, basura, actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pastoreo, agricultura, etc.	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

El procedimiento de evaluación se llevó a cabo en seis sitios de muestreo distribuidos a la periferia del proyecto. En cada sitio de evaluación se observaron las condiciones ambientales en un radio promedio de 100 metros y se asignaron los valores a los factores según la matriz de evaluación. En todos los casos se tomaron algunas fotografías panorámicas o de

ciertos detalles para un mejor análisis en gabinete. Por otro lado, se tomaron las coordenadas UTM de cada sitio de muestreo para tener su ubicación.

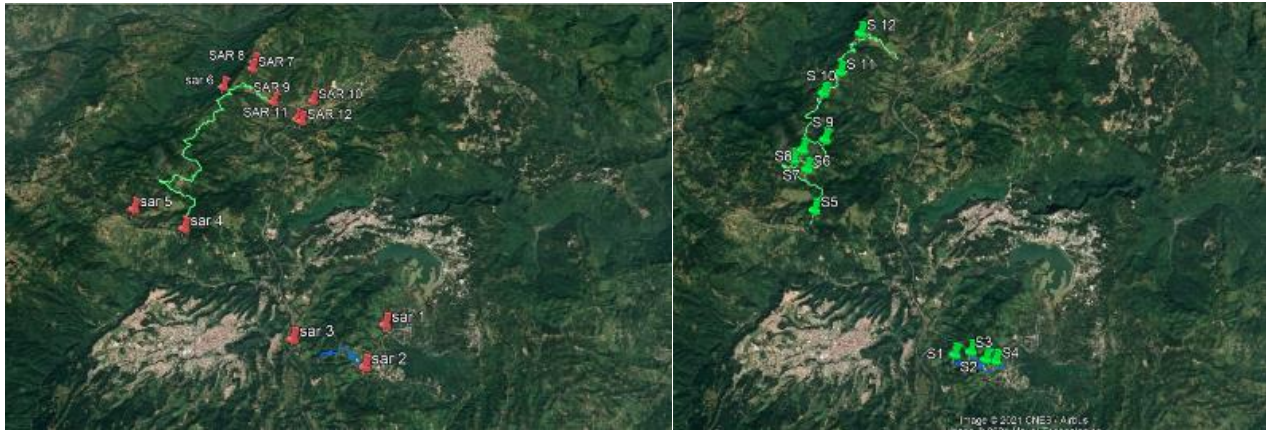


Imagen 40. Localización de los sitios de muestreo para el diagnóstico ambiental a la periferia y cerca del proyecto. Consultar anexo cartográfico

Tabla 38. Coordenadas UTM para los siete sitios de muestreo (Coordenadas UTM Zona 14N datum WGS84).

Coordenadas Trazo			Coordenadas SAR		
Clave	X	Y	Clave	X	Y
S1	602657	2230445	SAR1	604505	2231088
S2	603171	2230549	SAR2	603834	2229757
S3	603641	2230292	SAR3	601681	2230710
S4	603946	2230235	SAR4	598151	2234497
S5	598162	2234989	SAR5	596469	2235215
S6	597908	2236289	SAR6	599067	2240365
S7	597479	2236574	SAR7	600090	2241243
S8	597791	2236891	SAR8	600124	2241548
S9	598522	2237204	SAR9	600866	2239880
S10	598387	2238739	SAR10	602297	2239899
S11	598897	2239432	SAR11	601744	2238990
S12	599538	2240707	SAR12	601898	2238869

Tabla 39. Escala de calidad ambiental.

Calidad ambiental	Rango de valores
Muy alta	33.7 -- 40
Alta	27.3 -- 33.6
Media	20.9 -- 27.2
Baja	14.5 -- 20.8
Muy baja	8 -- 14.4

## VII.2 RESULTADOS

En términos descriptivos el área de estudio se compone tanto de elementos naturales como de elementos agregados por las actividades del hombre. Se estima, de acuerdo a la evaluación realizada en campo, que la calidad ambiental se encuentra en un valor bajo (17.8 en trazo y 20.5 en SAR), donde las características naturales y las antropogénicas se mezclan a la periferia del proyecto y se extienden prácticamente en todo el Sistema Ambiental, dejando ver la forma en como los pobladores han utilizado los recursos naturales disponibles, calificándola como un sistema de uso y gestión un tanto alejado de la sustentabilidad.

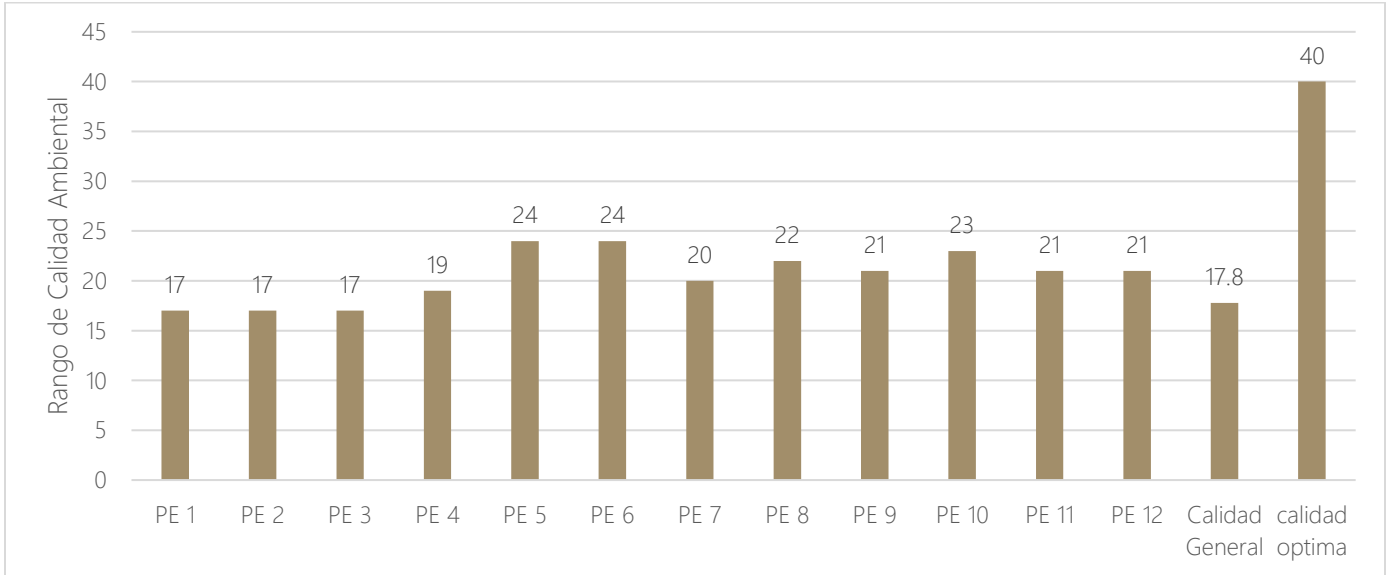
Las condiciones ambientales del proyecto muestran valores que van de los 16 puntos hasta los 24, de manera que las calidades de los componentes ambientales oscilan entre una calidad baja hasta una calidad media respectivamente. El sitio que presentó el valor bajo corresponde al 1, 2 y 3 (puntos-calidad baja), mientras que el más alto fue el sitio 5 y 6 con un valor de 24 puntos equivalentes a una calidad ambiental media según la escala planteada.

Tabla 40. Calidad ambiental estimada por sitio de muestreo y para el total del proyecto.

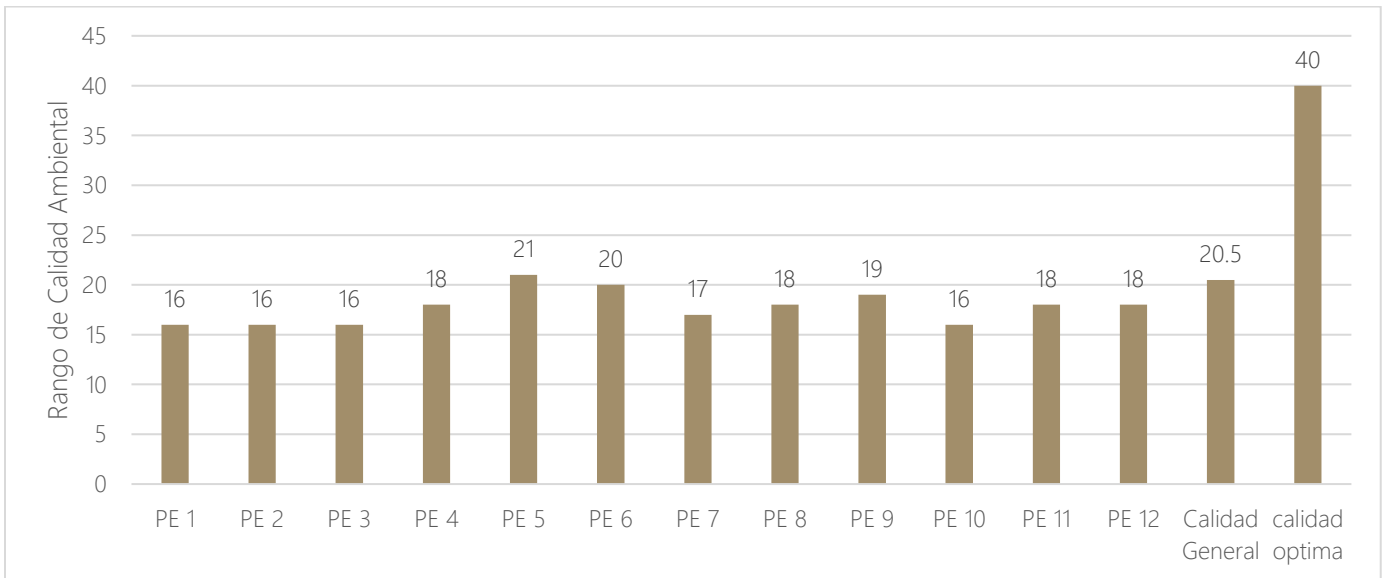
Factor	Puntos de evaluación (PE) en trazo												Calidad ambiental por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Geoformas</i>	2	2	2	3	4	3	2	2	1	2	2	2	2.3
<i>Suelo</i>	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2.3
<i>Calidad del agua</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
<i>Cubierta vegetal</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
<i>Naturalidad de la vegetación</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
<i>Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre</i>	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2.4
<i>Diversidad biológica observable</i>	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2.3
<i>Evidencia de penetración antrópica</i>	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1.5
Calidad ambiental por sitio de muestreo	16	16	16	18	21	20	17	18	19	16	18	18	17.8
	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	(BAJA)

Factor	Puntos de evaluación (PE) en Sistema Ambiental Regional												Calidad ambiental por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Geoformas</i>	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2.4
<i>Suelo</i>	2	2	2	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3.2
<i>Calidad del agua</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
<i>Cubierta vegetal</i>	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2.5
<i>Naturalidad de la vegetación</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.0
<i>Calidad y cantidad de hábitats para la fauna silvestre</i>	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2.3
<i>Diversidad biológica observable</i>	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2.5
<i>Evidencia de penetración antrópica</i>	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	3	1.6
Calidad ambiental por sitio de muestreo	17	17	17	19	24	24	20	22	21	23	21	21	20.5
	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Baja	Media	Media	Media	Media	Media	(BAJA)

Los sitios 1, 2 y 3 por presentar los valores más bajo y medio respectivamente. Para los sitios restantes los valores se encuentran dispersos entre los 19 y los 24 puntos.



Gráfica 17. Calidad ambiental por punto de evaluación SAR



Gráfica 18. Calidad ambiental por punto de evaluación Trazo

Respecto a las condiciones de deterioro que presentan los factores evaluados, se detectaron algunas ligeras diferencias en los valores de calidad obtenidos. Por ejemplo, las geoformas o topografía que se presenta en el proyecto, al tener un relieve que forma montañas, se ha alterado su morfología por la incursión de caminos, viviendas y zonas agrícolas, afectando de manera negativa la condición original de la superficie del terreno. Evidentemente la ejecución del proyecto implica una afectación mínima a las geoformas debido justamente a que la modernización de estos caminos son caminos ya existentes, y donde las geoformas han sido alteradas desde varios años atrás.

De los 12 puntos de evaluación, los puntos 1,2 y 3 obtuvieron los valores más bajos, estando estos sitios ubicados a la periferia del proyecto en cuestión y donde las actividades antropogénicas son muy marcadas aunado a que la zona es propia de terrenos agrícolas donde ya ha sido aprovechado estos caminos para trasladarse, donde se encuentra alterado en su totalidad la cobertura de vegetación forestal por la incursión de zonas agrícolas y ganaderas y es estas zonas donde se observa una cubierta vegetal esta se encuentra en un porcentaje de 25 a 50%. El sitio 5 obtuvo valores más altos debido a que se encuentra con mayor cobertura y los impactos ambientales son menores a los demás sitios, esto por el tipo de vegetación que se observó en este punto (vegetación secundaria de Bosque Mesófilo de Montaña).



Fotografía 20. Condiciones actuales del punto de evaluación. S1 y S2



Fotografía 21. Condiciones actuales del punto de evaluación S3 y S4

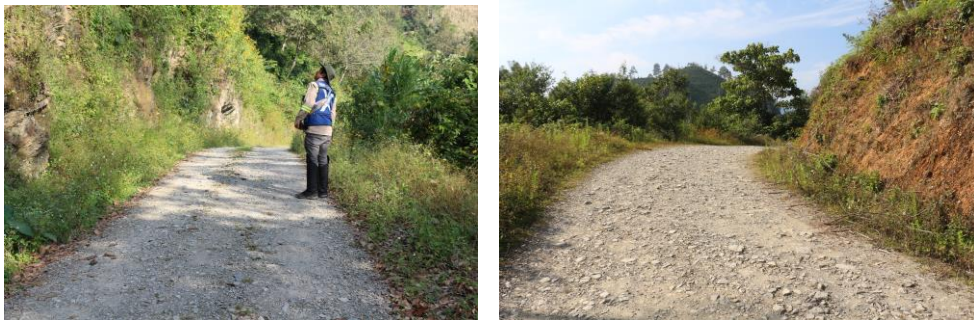




Fotografía 22. Condiciones actuales del punto de evaluación S5 y S6



Fotografía 23. Condiciones actuales del punto de evaluación S5 y S6



Fotografía 24. Condiciones actuales del punto de evaluación S7 y S8



Fotografía 25. Condiciones actuales del punto de evaluación S9 y S10



Fotografía 26. Condiciones actuales del punto de evaluación S11 y S12



Fotografía 27. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 1 y SAR 2



Fotografía 28. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 3 y SAR 4



Fotografía 29. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 5 y SAR 6



Fotografía 30. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 7 y SAR 8



Fotografía 31. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 9 y SAR 10



Fotografía 32. Condiciones actuales del punto de evaluación SAR 11 y SAR 12

### VII.3 CONCLUSIONES DEL DA

En base a la metodología de Ponderación de Factores Ambientales en Campo se arrojaron resultados satisfactorios para su análisis indicando de forma general una Calidad Ambiental Baja con un puntaje de 20.1 y 17 .5, esto se debe a que, de los 12 sitios, dos obtuvieron una calidad ambiental media y los 4 restantes una calidad baja. Los dos sitios que presentaron una calidad ambiental media se debieron a la presencia de un rodal de vegetación secundaria de Bosque Mesófilo de Montaña en condición secundaria con cobertura del 75% aproximadamente con probabilidad de ser un nicho de refugio

de animales y presentando pocos impactos severos en el sitio de evaluación, el resto de los sitios de evaluación indica una calidad ambiental bajo.

Uno de los elementos que aporta una influencia en la valoración baja son las intervenciones o acciones antrópicas presentándose en el área de estudio una serie de actuaciones como la presencia de caminos y brechas, líneas de transmisión de energía eléctrica, polución y ganadería.

La pérdida de cobertura de la vegetación debido al crecimiento de la frontera agrícola trae consigo la disminución considerable de sitios o nichos para los diferentes gremios faunísticos que se notaron escasos, aunado a la contaminación y polución existente por el uso de agroquímico que son depositados a cielo abierto, lo que provoca disminución en la presencia de animales en algunos gremios faunísticos principalmente en la herpetofauna (anfibios y reptiles).

De tal manera que el proyecto ambientalmente es viable dado que la zona de estudio ya presenta impactos ambientales y la modernización del camino, no generará impactos significativos en los componentes del ecosistema.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

---

Aranda, S.J.M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Bautista, F., Delfín, G. H., Delgado, C. M & Palacio, P. J. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

Capra, L., Lugo-Hubp, J. and Dávila-Hernández, N., 2003b. Fenómenos de remoción en masa en el poblado de Zapotitlán de Méndez, Puebla: relación en tre litología y tipo de movimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 20(2): 95-106.

Castro, F.R. & Bustos, Z. M. G. (2016). *Anfibios y reptiles de la Sierra Montenegro-Las Trincheras y el cerro El Chumil, Morelos*. (Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. JK013.). México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas.

Casas-Andreu y McCoy, 1979. G. Casas-Andreu, C.J. McCoy. *Anfibios y reptiles de México*. Limusa, (1979).

Ceballos G. & Oliva G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. México: CONABIO.

Ceballos, G. & Arroyo, C.J. (2012). Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, (Nueva época. Año 2 Núm.1), 27-80.

Chao, A. (1984). *Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population*. *Scandinavian Journal of Statistics*, (11(4)), 265-270. Recuperado el 5 de mayo del 2020, de: <<http://www.jstor.org/stable/4615964>>.

Chao, A., (2005). *Species richness estimation*, (N. Balakrishnan, C. B. Read & B. Vidakovic, Eds). Wiley, New York: Encyclopedia of Statistical Sciences.

Comisión Nacional Forestal. (2011). *Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-muestreo 2011*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONABIO. (2001a). *Regiones Hidrológicas Prioritarias*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rhpri4mgw.html>>.

- CONABIO. (2001b). *Regiones Terrestres Prioritarias*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rtp1mgw.html>>.
- CONABIO. (2001c). *Estaciones climatológicas (ERIC)*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <[http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/clima/climas/estclimgw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/estclimgw)>.
- CONABIO. (2001d). *Precipitación media anual*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/preci4mgw.html>>.
- CONABIO. (2008). *Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad*. Recuperado 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spt1mgw.html>>.
- CONABIO. (2010). *Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spec1mgw.html>>.
- CONABIO. (2015a). *Áreas de importancia para la conservación de las aves, 2015*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/aicas15gw.html>>.
- CONABIO. (2015b). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2015*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest15gw.html>>.
- CONABIO. (2019, febrero). *LINEAMIENTOS PARA LA ENTREGA DE CARTOGRAFÍA DIGITAL 2019*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <[https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/conabio/documentos/proyectos/lineamientos\\_cartograficos\\_2019.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/conabio/documentos/proyectos/lineamientos_cartograficos_2019.pdf)>.
- CONAGUA. (2018). *Disponibilidad de los acuíferos 2018*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos>>.
- Cordero, C. y E. Morales. 1998. Panorama de la biodiversidad de México. Conabio (manuscrito).
- Cotler H., Garrido A., Mondragón R. y Díaz A. (2007). Delimitación de las cuencas hidrográficas de México a escala 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional del Agua. Documento técnico. México D.F. 35 pp.
- Cox, W. (1990). Laboratory Manual of General Ecology. Dubuque, Iowa: William C. Brown Editions.
- Donahue, R. L., R. W. Miller y S. C. Schickluna (1981), Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas, Prentice-Hall International. Madrid, España.
- Dunn, J.L. y J. Alderfer. 2006. Field guide to the birds of North America, 5ª edición. National Geographic Society. Washington DC, EUA.
- Fassenbender, H. W. (1987), Química de los suelos, con énfasis en América Latina, Instituto de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
- Ferriz, H., & Mahood, G. a. (1984). Eruption rates and compositional trends at Los Humeros volcanic center, Puebla, Mexico. Journal of Geophysical Research, 89(B10), 8511–8524. <http://doi.org/10.1029/JB089iB10p08511>.
- Ferro-Díaz, J. 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. Revista ECOVIDA5(1):139-186.

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", *BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios*, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Ford, N. (1984), *Dinámica mineral del suelo*, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México.

García Oliva, F., J.M. Maass y L. Galicia. 2005. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a seasonal tropical region with a strong cyclonic influence in the Pacific Coast of Mexico. *Journal of Applied Meteorology* 34: 2491-2498.

González Embarcadero, A.; E. Guízar Nolazco; A. Díaz Osorno. 1996. Composición botánica del bosque tropical caducifolio en el municipio de Concordia, Sinaloa. In: *Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe II (1994-1995)*. Editores A. López Herrera y O. Palacios Velarde. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. pp. 135-170.

González-Oliva, L., J. Ferro Díaz, D. Rodríguez-Cala y R. Berazaín. 2017. Métodos de inventario de plantas. Pp. 60-85. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.

Gutiérrez-Flores, I & Canales-Gutiérrez, A. 2012. Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla de Taquile y el cerro Chiani con relación a la altitud, Puno, Perú. *Ecología Aplicada*. 11(2): 39-46.

Howell, S. N. G., y Webb, S. (2005). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. New York: Oxford University Press Inc.

INEGI, (2016). *Conjunto de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía para Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI*. México.

Jiménez-Valverde, A & Hortal, J. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8(31): 151-161.

KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publ. 654 pp.

Lemos-Espinal, J. A. & Smith, H. M. 2009. Claves para los anfibios y reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, Mexico/Keys to the amphibians and reptiles of Sonora, Chihuahua and Coahuila, Mexico. *Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México, D. F., 357 p.

López-Mejía, M., Moreno, E. C., Zuria, I., Sánchez-Rojas, G & Rojas-Martínez, A. 2017. Comparación de dos métodos para analizar la proporción de riqueza de especies entre comunidades: un ejemplo con murciélagos de selvas y hábitats modificados. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88: 183-191.

Maass, J.M. y A. Martínez-Yrizar 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias* (Núm. Esp.) 4: 10-20.

Magurran A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*, 179 pp. Princeton University Press, New Jersey.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la diversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA* (Vol. I, 1ra ed.), 84.

Moreno, E. C & Pineda, E. 2015. Evaluación de la diversidad de especies en ensamblajes de vertebrados: un primer acercamiento midiendo y comparando la riqueza de especies. En: Gallina, T. S. 2015. *Manual de técnicas del estudio de la fauna*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa Veracruz, México.

- Mostacedo, B & Fredericksen, T. S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Muñoz-Pedrerros, A. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*. 77(1): 139-156.
- Otzen, T & Manterola, C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*. 35(1): 227-232.
- Padilla, G. U. (1996). *Distribución herpetofaunística del estado de Querétaro en un gradiente altitudinal y de vegetación*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- Palacios-Wassenaar, Olivia Margarita, Castillo-Campos, Gonzalo, Vázquez-Torres, Santiago Mario, & Medina-Abreo, María Elena. (2018). Estructura y diversidad de plantas leñosas de la selva mediana subcaducifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta botánica mexicana*, (124) <https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1279>.
- Palmer, M. W. (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, (71), 1195–1198.
- Palmer, G. (1990), Introducción a la ciencia del suelo, Manual de Laboratorio, L. y E. S. I. A. México.
- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Editorial Diana. México, DF.
- Pritchett, W. (1986), Suelos forestales, Limusa, México.
- Quintana, R. C. 1993. Elementos de inferencia estadística. Editorial Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica.
- Ramírez, G. A. 2006. Ecología: Método de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Rappole, J. H., K. Winker, and G. V. Powell N. 1998. Migratory bird habitat use in Southern Mexico: Mist nets versus point counts. *J. Field Ornithol.* 69(4):635-646.
- SEMARNAT. (2016a). *Bitácoras Ambientales de Ordenamientos Ecológicos*. Recuperado 6 de mayo de 2020, de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/bitacoras-ambientales-de-ordenamientos-ecologicos>
- SEMARNAT. (2016b). *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG)*. Recuperado 6 de mayo de 2020, de: <<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>>.
- SEMARNAT. (2016c). *Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE)*. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/subsistema-de-informacion-para-el-ordenamiento-ecologico-siore>>.
- Smith L.R. 2001. Ecología. Madrid, Pearson Educación, 62 – 64.
- Sutherland, W. J. 2006. *Ecological Census Techniques: a handbook*. Cambridge University Press. Nueva York, 432 pp.
- Ticante, J. A., N. García C., M. A. Valera y N. Aguilera (1994), "Humus characterization of two agroecosystems from Puebla State (Mexico)", in *Transactions 15th World Congress of Soil Science*, vol. 9, Supplement, Acapulco, Mexico, julio 10- 16, pp. 503-504.
- Van, P.B. (2006). *Birds of Mexico and Central America*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Villalta, A. (2001). Investigación de Campo. 2015, de Universidad Tecnológica del Salvador.

Winker, K., S. Arriaga-Weiss, J.L. Trejo y P. Escalante. 1999. Notes on the avifauna of Tabasco. Wilson Bulletin 111:229-235.



# Capítulo V

## Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

### CONTENIDO

I.	Identificación de impactos.....	2
I.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	2
I.1.1	Fase 1: Matriz Causa-Efecto.....	3
I.1.2	Fase 2: Matriz de valoración de impactos.....	4
II.	Caracterización de los impactos.....	7
III.	Valoración de los impactos.....	9
III.1	Etapa de preparación del sitio.....	9
III.2	Etapa de construcción.....	11
III.3	Etapa de abandono del sitio.....	14
III.4	Etapa de operación y mantenimiento.....	15
IV.	Impactos residuales y acumulativos.....	18
V.	Bibliografía.....	20

## I. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Como punto de partida, para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental, se deben de tomar en cuenta los puntos primordiales a contemplar por parte del proyecto y del medioambiente que lo rodea, esto es, las características predominantes del medio y del proyecto, dando como resultado el permitir centrar la atención de los componentes ecológicos y las obras que los afectarán.

El SAR se encuentra delimitado dentro del municipio de Huauclilla en su totalidad, dentro de la región 2: Huauclilla del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Puebla en la región se tienen 175.22 km de carreteras divididas en de cuota y libre, los caminos en concreto se encuentran clasificados dentro de caminos rurales, estos caminos rurales son indispensables que no solo comunican a las localidades beneficiadas directamente sino que se unen a otra red carretera en la región incrementando el beneficio social y económico a nivel regional, que una vez modernizados se sumarán a la red carretera de la región.

El SAR delimitado para ambos caminos que serán modernizados tiene una superficie total de 53,203.8598 ha dentro de las cuales se ven reflejados los impactos que por su naturaleza abarcan una superficie mayor estos pueden presentarse en cualquier tipo así como de cualquier naturaleza, por otra parte dentro de las áreas de influencia se tiene para el camino Cuacuila-Xaltepec una superficie delimitada de 220.2466 ha y para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatlá vía desviación Ayohuixcuatlá con una superficie de 1,217.4518 ha en donde se pueden presentar impactos indirectos por la ejecución del proyecto en comparativa de aquellos que se verán reflejados dentro del área de influencia directa esta delimitada por el derecho de vía de cada camino o por el área de afectaciones.

El SAR cuenta con un clima semicálido y templado, en donde su temperatura máxima es de 27 °C y la mínima de 7.8 °C, en donde se tiene una topografía diversa teniendo en la parte norte la Sierra Madre Oriental y al sur el Eje Neovolcánico, por lo que con estas características prevalece una vegetación de bosque mesófilo de montaña en estado conservado y secundario así como zonas no forestales, que se componen, como su nombre lo indica, principalmente de tierras agrícolas, ya sea de cultivos anuales como el maíz, o bien, de cultivos perennes como el pino de navidad y café. A pesar de que los cultivos agrícolas ofrecen una cobertura importante para el suelo, y generan microambientes que son utilizados por numerosas especies de fauna silvestre, es importante destacar que, el uso de agroquímicos es un hecho comprobado que podría estar afectando a la calidad ambiental en distintos aspectos. Algunos otros elementos o características del área del Proyecto que, sin duda, forman parte de los componentes negativos del ambiente son la presencia de basura urbana como tiraderos dispersos, el pastoreo de ganado bovino, la ocurrencia de especies de fauna exótica (ejemplo: *Passer domesticus* y *Columba flavirostris*) y doméstica (perros, gatos y guajolotes) en diferentes áreas a lo largo de los caminos a modernizar, además de la existencia de numerosas vías de comunicación que generan fragmentación de hábitats y ocasionalmente la colisión o atropellamiento de algunas especies de fauna silvestre.

### I.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En la actualidad las metodologías existentes para la identificación y evaluación de impactos ambientales abarcan una gran gama de criterios y complejidad.

Para realizar la evaluación del proyecto se utilizaron dos métodos:

1. Se eligió la matriz de interacción de causa-efecto por las ventajas que ofrece al permitir disminuir o aumentar las características ambientales o las acciones según las necesidades del proyecto a evaluar, además de ser un excelente método para identificar las acciones que deben ser objeto de mayor atención. Estas modificaciones

pueden ser tanto positivas como negativas y cabe la posibilidad de que sean provocadas tanto por fenómenos naturales como por el hombre.

2. Se utilizó la metodología de V. Conesa Fernández – Vítora (1997) para caracterizar el impacto (evaluación cualitativa), la cual utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

### I.1.1 Fase 1: Matriz Causa-Efecto

Para la realización de la matriz es necesario reconocer los sistemas (Tabla 1) del medio en el que se asentará el proyecto, además de todas las derivaciones que de estos sistemas se desprendan. Para el caso del proyecto tenemos que se desarrollara dentro de un medio: ambiental y socioeconómico, de estos se desprenden los subsistemas, los cuales dividen con mayor precisión al medio, el medio ambiental puede dividirse en abiótico, biótico y perceptual. Por último, derivado de cada uno de los componentes ambientales en los que se reflejarán modificaciones que el proyecto genera, los cuales representan puntualmente los parámetros que recibirán de manera directa las alteraciones a evaluar, representan las unidades más básicas del medio, por lo que son las idóneas para hacer la correlación con las actividades de la obra.

Tabla 1. Sistemas y subsistemas ambientales.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR
Medio ambiental	Medio abiótico	Agua	Cauces superficiales
			Dinámica de cauces
			Transporte de sólidos
			Calidad perceptible del agua
		Suelo	Erosión
			Relieve y carácter topográfico
			Suelo y subsuelo
			Permeabilidad
			Atmósfera
	Medio biótico	Vegetación	Vegetación secundaria
			Vegetación de BM
			Vegetación ruderal y de borde
		Fauna	Reptiles
			Anfibios
			Mamíferos
Medio perceptual	Paisaje	Aves	
		Naturalidad	
		Elementos paisajísticos singulares	
		Vistas panorámicas	
Medio socioeconómico	Economía	Cambios en las formas del relieve	
		Calidad de vida	
		Empleos	
		Economía local	
	Humanos	Transporte	
		Armonía	
		Salud y seguridad	
		Educación	

A continuación, se deben de enlistar cada una de las actividades (Tabla 2) que representa el proyecto se engloban dentro de las etapas del proyecto a las que pertenecen, lo que servirá para conocer el grado de afectación que se presentará por etapa del proyecto.

Tabla 2. Actividades del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Instalación de las obras provisionales
	Desmante
	Despalme
Construcción	Terracerías
	Obras de drenaje
	Pavimentos
	Señalamiento
Abandono del sitio	Obras inducidas
	Desmantelamiento de las obras provisionales
	Limpieza del área
	Retiro de maquinaria y equipo
Operación y mantenimiento	Circulación vehicular diaria
	Mantenimiento preventivo y correctivo

La matriz de causa-efecto se basará en las determinaciones del medio y de la obra que se acaban de describir, sin embargo, para poderlas comparar de una manera práctica y evitar que esta determinación de impactos sea confusa, se deberán de colocar en filas y columnas los factores a interrelacionar, es decir formar una tabla de correlación. La matriz de causa-efecto desarrollada para la determinación de interacciones del proyecto se conformó con filas en las que se colocaron desde los sistemas y hasta los factores del medioambiente presente, mientras que en las columnas se asentaron las etapas del proyecto con sus respectivas actividades. Es posible la revisión de cada uno de los factores con cada una de las actividades, de tal manera que al coincidir se coloca una X (1) para los factores que sufrirán modificaciones (interacción) y la casilla vacía será para aquellos que no lo serán, esto se repetirá para todas las etapas del proyecto y a cada componente.

### I.1.2 Fase 2: Matriz de valoración de impactos

El análisis de cada una de las interacciones que se presentan en la matriz de relación causa-efecto permite dictaminar cada impacto que se generará, esto debido a que cada interacción representará una o más modificaciones al medio donde se efectuarán.

Debido a la calidad ecológica donde se desarrolla el proyecto se realizará el estudio de los impactos ambientales que se puedan generar a este medio y las funciones que en este se desarrollan por parte de la flora y fauna, además de los aspectos bióticos y abióticos inherentes del sitio. Para lo cual la evaluación de impacto ambiental se realizó separando los impactos que se presentarán en cada una de las etapas, permitiendo ser más detallados en el análisis a realizar.

Estos impactos son resultado del análisis de las interacciones de la matriz causa-efecto (fase 1). Dichos impactos son determinados mediante los criterios de cada uno de los expertos en las distintas áreas que conforman el grupo de trabajo de la evaluación de impacto. Estos impactos son sometidos al proceso de evaluación de valoración (fase 2).

La manera más práctica de realizar esta evaluación es, nuevamente, conformando una matriz de correlación, para la cual, las filas estarán conformadas por los impactos a evaluar y las columnas estarán conformadas por cada uno de los parámetros considerados a evaluar propuestos por la metodología de V.Conesa Fernández-Vítora (1997).

Tabla 3. Parámetros de la matriz de evaluación.

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
Signo	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, un tercer carácter (x) que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir. Puede efectos asociados a circunstancias externas del proyecto.	(+) (-) (X)
Intensidad (I)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítico +4
Momento (MO)	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándose a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciera crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas.	Largo plazo 1 Mediano plazo 2 Inmediato 4 Crítico +4
Persistencia (P)	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4).	Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1 Mediano plazo 2 Irreversible 4
Sinergia (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).	No sinérgico 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
Acumulación (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1 Acumulativo 4
Efecto (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1 Directo 4
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (regular o continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	Irregular 1 Periódico 2 Continuo 4
Recuperabilidad (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Inmediata 1 Mediano plazo 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8

Colocándolos en una matriz de correlación, cada uno de los impactos puede ser evaluado con cada uno de los parámetros mencionados, que como se observa en la tabla anterior, contiene un rango de valores con los cuales se clasifica cada término, estos valores asumirán un grado de importancia a los impactos mediante la aplicación de la fórmula:

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores que se obtienen varían entre 13 y 100, los cuales son clasificados por rangos y es lo que le da la relevancia al impacto.

Tabla 4. Valores de los impactos.

Escala	Grado
≤ 25	Irrelevantes
26 - 49	Moderados
50 - 74	Severos
≥ 75	Críticos

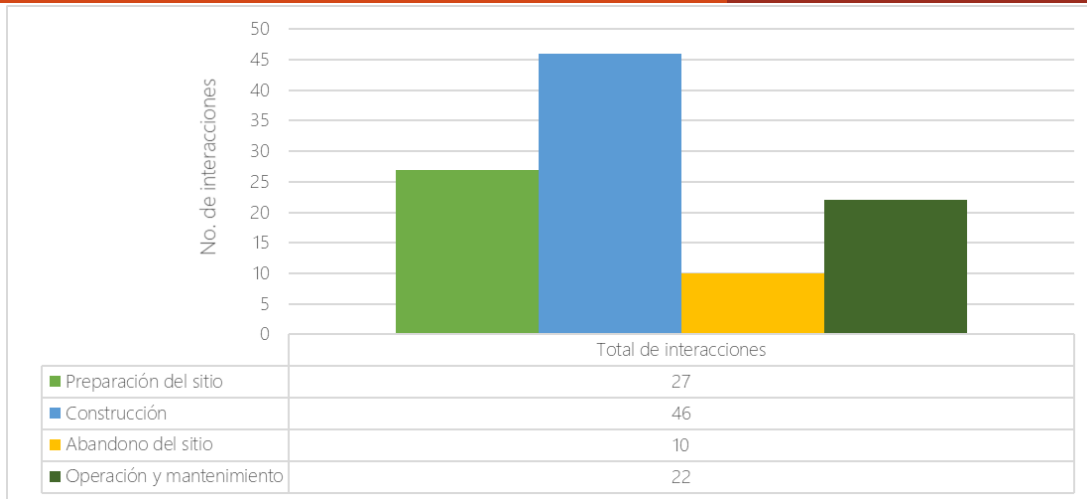
## II. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para determinar las afectaciones que se realizarán en los componentes involucrados durante las distintas etapas se realizó por medio de la matriz causa efecto (descrita anteriormente, fase 1), de tal forma que se vinculan las etapas del proyecto con los componentes ambientales, ya sea que su interacción sea benéfica o perjudicial.

Dado que ambos caminos presentan las mismas etapas constructivas, características técnicas y se encuentran dentro del mismo SAR se realiza su identificación como un proyecto integral, por lo tanto, en la siguiente matriz se presentan 364 posibles interacciones.

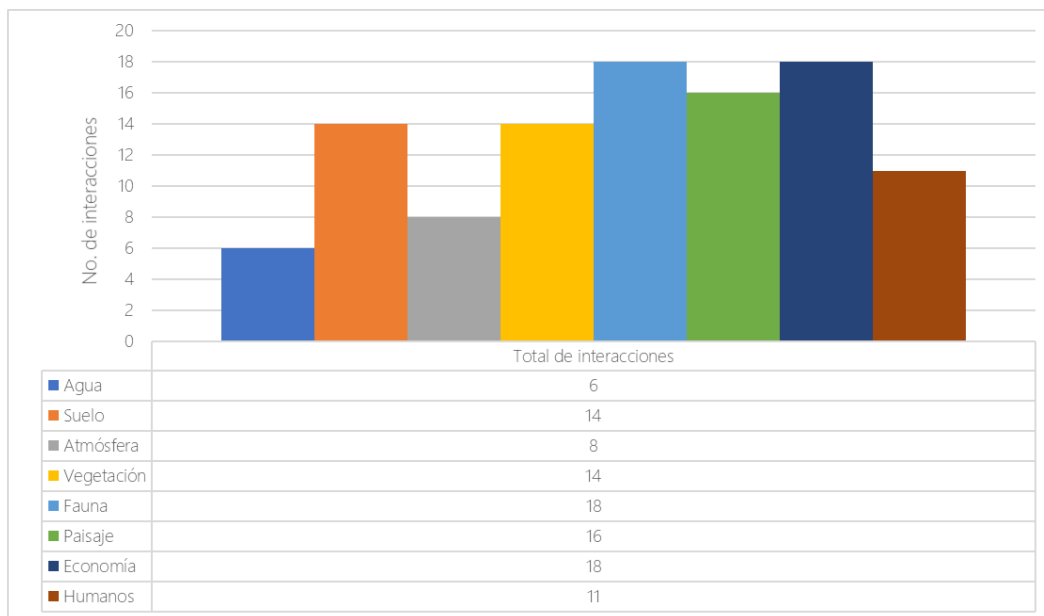
Matriz Causa - efecto				Etapa de preparación del sitio		Etapa de construcción			Etapa de abandono del sitio			Etapa de operación y mantenimiento			
				ACTIVIDADES	Instalación de obras provisionales	Desmonte	Despalme	Terracerías	Obras de drenaje	Pavimentos	Señalamiento	Obras inducidas	Desmantelamiento de las obras provisionales.	Limpieza del área	Retiro de maquinaria y equipo
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR												
Medio ambiental	Medio abiótico	Agua	Cauces superficiales					X						X	
			Dinámica de cauces					X							X
			Transporte de sólidos											X	X
			Calidad perceptible del agua												
		Suelo	Erosión			X	X				X				
			Relieve y carácter topográfico				X	X		X					
			Suelo y subsuelo	X			X	X	X	X	X				
			Permeabilidad				X	X		X					
	Atmósfera	Calidad perceptible del aire			X	X								X	
		Confort sonoro					X		X	X		X	X		
	Medio biótico	Vegetación	Vegetación secundaria		X	X	X	X							
			Vegetación de BM		X	X	X	X							
			Vegetación ruderal y de borde	X	X	X	X	X							X
		Fauna	Reptiles	X	X	X	X								X
			Anfibios		X	X	X	X							X
			Mamíferos		X	X	X								X
	Medio perceptual	Paisaje	Aves		X	X	X							X	
			Naturalidad	X	X	X	X		X	X		X	X		X
			Elementos paisajísticos singulares	X							X				X
			Vistas panorámicas								X				X
Cambios en las formas del relieve					X			X					X		
Economía		Calidad de vida												X	
		Empleos	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	
	Economía local	X							X						
Humanos	Transporte				X	X	X	X					X		
	Armonía	X				X		X	X		X		X		
	Salud y seguridad				X	X		X					X		
	Educación												X		

De la matriz anterior se obtuvieron 105 interacciones entre las etapas del proyecto y los componentes ambientales, dentro de estas, por el número de actividades durante la etapa de construcción es en donde se verán reflejados el mayor número de impactos.



Gráfica 1. Total, de interacciones por etapas del proyecto.

Dentro de los componentes ambientales que se verán impactados por la ejecución de las obras en los caminos son fauna y dentro de los socioeconómicos la economía.



Gráfica 2. Total, de interacciones por componente ambiental.



### III. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados los posibles impactos que se generarán en los componentes ambientales identificados en la fase 1 se prosigue a la fase 2. Dentro de la evaluación se realizó por etapas, considerando los componentes involucrados por la actividad que se ejecutará. Al igual que la identificación de impactos se elaboró la evaluación para ambos caminos dentro de un mismo SAR los cuales presentan características similares integrándose en un solo proyecto.

#### III.1 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Instalación de obras provisionales	Se requerirá de la colocación de obras provisionales las cuales son indispensables para el buen funcionamiento y ejecución de la obra, las cuales serán colocadas cercanas al frente de obra, dentro de estas obras se incluyen la colocación de sanitarios portátiles y el almacén para residuos peligrosos (RP) y no peligrosos (NP), por lo que se afectará a la vegetación que se encuentre y al suelo, debido a que se requerirá de la colocación de materiales para proteger al subsuelo, aunado a lo anterior serán los sitios donde se estacionará la maquinaria.	VEGETACIÓN	DV	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	19	Irrelevante	NO	NO	NO
		FAUNA	DV	-	1	1	4	1	1	2	1	1	1	4	20	Irrelevante	SI	NO	NO
		SUELO	DV	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	4	19	Irrelevante	NO	NO	NO
Desmante	Por la alineación de los caminos se requerirá del desmante de vegetación de bosque mesófilo en sus diferentes estratos, esta será en una superficie total de 6.1314993 ha par ambos caminos. Así como vegetación ruderal y de borde que se encuentra en aquellos tramos que serán alineados. Con la eliminación de vegetación se modifica el hábitat para las especies faunísticas de los diferentes grupos, afectando sus sitios de anidación, percha, alimentación o descanso, que dentro del área del proyecto como del SAR se identificaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	VEGETACIÓN	DV	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	35	Moderado	SI	SI	NO
		FAUNA	AI	-	1	2	4	4	1	2	1	1	1	4	25	Moderado	SI	NO	NO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Despalme	Durante el despalme se realizará la afectación al suelo orgánico el cual es rico en nutrientes para la vegetación, lo cual impedirá el crecimiento de especies. Por otra parte, se pueden encontrar madrigueras de esta forma se altera el hábitat para distintas especies faunísticas, principalmente anfibios, reptiles y mamíferos.	VEGETACIÓN	DV	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	35	Moderado	SI	SI	NO
		SUELO	DV	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	35	Moderado	SI	SI	NO
		FAUNA	FALSO	-															
Alteración del paisaje por obras o instalaciones ajenas al lugar	La naturalidad paisajística se verá alterada desde esta etapa por la presencia de los trabajadores e instalación de obras provisionales. Por otra parte con el desmonte se verá el paisaje disminuido por la falta de vegetación en las áreas de afectaciones.	PAISAJE	DV	-	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	19	Irrelevante	NO	NO	NO
Afectación a los usuarios	Para la modernización de los caminos y evitar que estos sean cerrados se realizará por cuerpos, por lo que se afectará la circulación vehicular, ampliando los tiempos de traslado mientras dure la obra.	HUMANOS	AI	-	2	2	4	2	1	1	4	4	1	1	28	Moderado	NO	NO	SI
Generación de empleos temporales	Se requerirá de mano de obra no calificada para actividades como la limpieza de la zona donde se realizarán las actividades, desmonte, despalme, traslado de material y equipo, etc., esto generará empleos temporales lo cual permitirá al trabajador tener un ingreso fijo.	HUMANOS	SAR	+	4	4	4	1	1	4	1	1	1	1	34	Moderado	SI	NO	NO
Uso de propiedades	Se requerirá de la utilización de sitios para la colocación de obras provisionales, estos son terrenos particulares, así mismo, debido a que los caminos benefician distintas localidades se pueden utilizar estructuras como por ejemplo bodegas utilizarlas como almacén, renta de casas como oficinas, entre otros.	ECONOMÍA	AI	+	1	2	4	1	1	2	4	1	1	1	22	Irrelevante	SI	NO	SI

### III.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Presencia de trabajadores, maquinaria, equipo, instalaciones, entre otras	Durante la etapa de construcción de las distintas obras se tendrá la presencia de trabajadores, maquinaria, equipo y estructuras provisionales las cuales afectarán visualmente al paisaje, además de las obras que se estarán realizando, este impacto es provisional mientras dure la obra.	PAISAJE	DV	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	Irrelevante	NO	NO	NO
Generación de ruido por la maquinaria y equipo	La maquinaria que será utilizada durante las distintas actividades es maquinaria pesada por lo que esta genera ruido la cual será percibida por los habitantes de las localidades aledañas, lo cual puede perturbarlos por los tiempos prolongados. Las afectaciones directas serán a los trabajadores que estarán expuestos a estos niveles de ruido en tiempos prolongados. Para la fauna esta puede ser ahuyentada a sitios más alejados impidiendo que estos se acerquen al área de trabajo.	ATMÓSFERA	SAR	-	2	4	4	1	1	2	4	4	1	4	35	Moderado	SI	NO	SI
		FAUNA	SAR	+	4	4	4	1	1	1	4	1	1	1	34	Moderado	NO	NO	SI
		HUMANOS	DV	-	1	1	4	1	1	2	4	1	1	1	20	Irrelevante	SI	NO	SI
Emisiones de contaminantes por la combustión de hidrocarburos	La combustión de hidrocarburos no es un impacto de amplias repercusiones para la zona, su fácil dispersión hace de estos impactos que sean momentáneos, sin embargo, para los trabajadores puede presentar molestias y complicaciones en su salud.	ATMÓSFERA	DV	-	1	1	1	2	1	2	4	4	1	4	24	Irrelevante	SI	NO	SI
Afectación a la visibilidad	Por las excavaciones que se realizarán durante las terracerías para la conformación de las capas que comprenden la superficie de rodamiento, se generarán polvos afectando la visibilidad de los trabajadores así para maniobrar la maquinaria. Para el acarreo de material en los camiones de volteo se tienen pérdidas de material por el viento lo cual puede ocasionar accidentes por la pérdida de visibilidad o por caída de material para aquellos vehículos que transiten detrás de estos.	ATMÓSFERA	AI	-	4	2	4	2	1	2	4	4	1	4	38	Moderado	SI	NO	SI
		HUMANOS	DV	-	4	1	4	1	2	2	4	1	1	4	33	Moderado	SI	NO	SI

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Contaminación por RP	En caso de realizar obras durante la temporada de lluvias se puede tener de manera accidental su contaminación por alguna fuga que presente la maquinaria o equipo que utilice gasolina, diésel, aceites, anticongelante o cualquier otro químico que altere la calidad del agua, esto afectará significativamente al agua la cual será arrastrada a otros sitios.	AGUA	SAR	-	4	4	4	4	4	2	4	4	1	4	47	Moderado	SI	NO	SI
	Asimismo, para el suelo, en caso de tener derrames accidentales este puede filtrarse hacia los mantos acuíferos.	SUELO	DV	-	2	1	1	4	4	2	4	4	4	4	35	Moderado	SI	SI	SI
Generación RNP y RP	Durante el tiempo que dure el proyecto de modernización de los caminos, se generarán residuos por la obra o por los trabajadores, estos serán dispuestos en los contenedores de acuerdo con su clasificación, como se describe en el capítulo II.	AGUA	DV	-	1	1	1	2	4	2	4	1	1	4	24	Irrelevante	SI	NO	SI
	Por el mantenimiento que requiere la maquinaria y equipo se tendrán desperdicios contaminados por RP.	SUELO	DV	-	1	1	1	2	4	2	4	1	1	4	24	Irrelevante	SI	NO	SI
Afectaciones por el paso de maquinaria	La maquinaria para realizar las ampliaciones requerirá de transitar dentro del derecho de vía para la alineación de los taludes, así como la colocación de las obras de drenaje, sin embargo, las afectaciones serán mínimas ya que se utilizarán los caminos existentes, en caso de que la maquinaria transite por zonas fuera del frente de obra, reducirá la porosidad por su peso provocando la compactación del suelo, afectará de ser el caso la vegetación que se encuentre así como la probabilidad de atropello de fauna.	VEGETACIÓN	DV	-	2	1	2	4	2	2	4	1	1	4	28	Moderado	SI	NO	SI
Disminución de la porosidad del suelo	Debido a que se alinearán ambos caminos, se realizará la compactación del suelo para alojar la plancha o superficie de rodamiento en la superficie destinada para el ancho de corona,	SUELO	DV	-	1	1	4	4	1	1	4	4	4	8	35	Moderado	NO	SI	SI

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
	reduciendo la porosidad por lo que en estos sitios ya no se tendrá vegetación.																		
Erosión y probable inestabilidad por la alineación de taludes	Una vez que se alineen los trazos el suelo estará expuesto a la erosión, debido a que ambos caminos se encuentran en una topografía montañosa, se tendrán taludes en corte serán mayores a 10 m. Por otra parte, se puede tener inestabilidad del suelo principalmente durante la temporada de lluvias por el arrastre de material el cual ha sido erosionado.	SUELO	DV	-	2	1	1	4	4	2	4	4	4	4	35	Moderado	SI	SI	SI
Modificación del relieve	Por las alineaciones que requieren los caminos rurales para alinear las pendientes y curvaturas será necesaria la modificación del relieve para alcanzar las características de cada camino, actualmente el relieve ha sido modificado por la apertura de los caminos existentes sin embargo, se requerirá de alinear los taludes en corte y terraplén, modificando el paisaje actual pero este impacto como se ha mencionado ya se encuentra así como la modificación a la trayectoria de las corrientes de agua durante la temporada de lluvias al modificar la topografía, el suelo es el componente más impactado debido a que se tendrá una superficie mayor expuesta a la erosión hídrica y eólica.	PAISAJE	DV	-	1	1	4	4	4	1	1	1	4	8	38	Moderado	NO	SI	NO
		SUELO	DV	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	37	Moderado	NO	SI	SI
		AGUA	AI	-	1	2	1	4	4	1	4	4	4	8	37	Moderado	NO	SI	SI
Dinámica de cauces	Se realizará la construcción de obras de drenaje nuevas o se sustituirán las existentes las cuales son indispensables para mantener en óptimas condiciones el pavimento, que con ayuda de las cunetas se guía la corriente de agua hacia estas obras permitiendo que se mantenga el flujo hídrico del lugar, así mismo, con las obras de drenaje que serán construidas se evitará que estas se mantengan libres de hojarasca, ramas o tierra en mayor tiempo por sus dimensiones.	AGUA	AI	+	2	2	1	4	4	4	4	4	4	8	43	Moderado	SI	SI	SI



ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Retiro de la maquinaria y equipo	la naturalidad, a su vez al eliminar el paso constante de maquinaria ya no se tendrá la compactación de suelo.	PAISAJE	DV	+	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	19	Irrelevante	NO	NO	NO
Limpieza del área	Previamente al retiro total del área de trabajo de ambos trazos, se realizará la limpieza en todas las áreas ocupadas para la ejecución del proyecto, para asegurarse de no dejar material o basura proveniente de la obra.	PAISAJE	DV	+	8	1	1	2	2	1	4	1	1	2	40	Moderado	NO	NO	SI
		VEGETACIÓN	DV	+	1	1	2	2	2	2	4	1	1	4	23	Irrelevante	SI	NO	SI
		FAUNA	AI	+	4	2	2	2	2	2	4	1	1	4	34	Moderado	SI	NO	SI
		AGUA	SAR	+	4	4	2	2	2	2	4	1	2	4	39	Moderado	SI	SI	SI
Generación de empleos temporales	Se requerirá de mano de obra no calificada para actividades como la limpieza, generará empleos temporales lo cual permitirá al trabajador tener un ingreso fijo.	HUMANOS	SAR	+	4	4	4	1	1	4	1	1	1	33	Moderado	SI	NO	NO	

### III.4 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
Generación de polvos	Actualmente a pesar de ser caminos que cuentan con revestimiento este no impide que se tenga la generación de polvos los cuales afectan a la vegetación circundante evitando su fotosíntesis y crecimiento, por lo que al realizar la modernización de los caminos se eliminará este impacto, sin embargo, aquel que se genera de manera natural por el arrastre con los vientos se mantendrá.	VEGETACIÓN	AI	+	8	2	1	4	4	2	4	4	4	8	59	Severo	SI	SI	SI
Presencia de señalética permanente	Los caminos, una vez finalizada su modernización contará con distintas señales marcadas en el plano de señalética para cada camino, estas brindan al usuario seguridad.	PAISAJE	DV	+	1	1	1	4	4	1	1	1	4	8	29	Moderado	NO	SI	NO
		HUMANOS	AI	+	8	2	1	4	4	2	4	4	4	8	59	Severo	SI	SI	SI
Azolve de obras de drenaje	Durante la etapa de operación por el arrastre de basura como hojarasca, ramas o tierra, pueden azolver las obras de drenaje lo cual impedirá mantener el flujo hídrico en estas obras durante	AGUA	AI	-	4	2	1	2	2	2	4	1	2	4	34	Moderado	SI	SI	SI

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	COMPONENTE AMBIENTAL	ÁREA INVOLUCRADA	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	CATEGORÍA	Tipo de impacto		
																	SIN	RE	AC
	la temporada de lluvias, lo mismo sucede con las cunetas. A su vez, las obras de drenaje como las losas y tubos funcionan indirectamente como pasos de fauna, por lo que la fauna no tendrá libre paso por estas obras.	FAUNA	DV	-	4	1	1	4	4	2	4	1	4	4	38	Moderado	SI	SI	SI
Tránsito vehicular	Una vez finalizada la modernización de los caminos estos permitirán que su tránsito sea eficiente y seguro durante los 365 días del año a una velocidad máxima de 30 km/h, esto generará los beneficios y cumplirá con los objetivos planteados.	HUMANOS	SAR	+	8	4	1	4	4	2	4	4	4	8	63	Severo	SI	SI	SI
		ECONOMÍA	SAR	+	8	4	1	4	4	2	4	4	4	8	63	Severo	SI	SI	SI

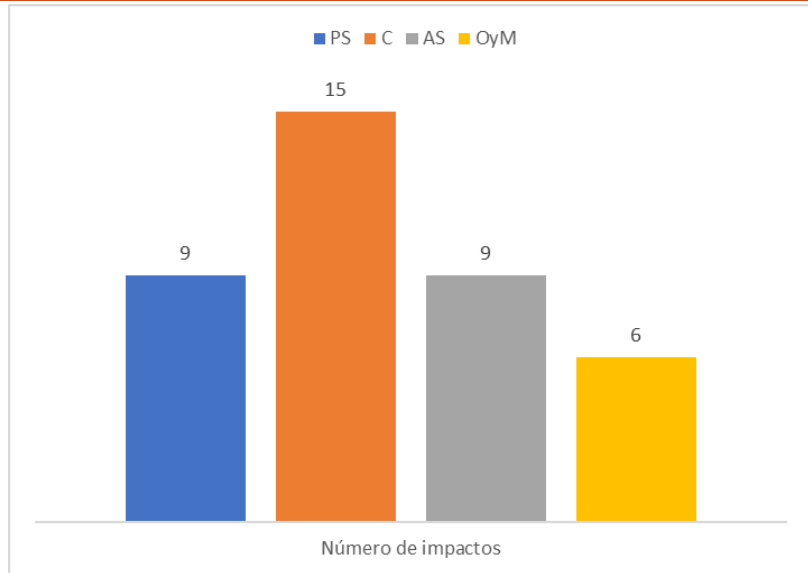
De la evaluación se obtuvo que durante la etapa de construcción (Gráfica 3) se presentará el mayor número de impactos hacia los componentes ambientales, sin embargo, los impactos con mayor número se presentarán en el factor suelo seguido del paisaje (Gráfica 4), estos impactos por su naturaleza se clasifican en positivos, es decir, traerán un beneficio al componente ambiental, y negativos, es decir, afectarán al componente ambiental evaluado (Gráfica 5).

Considerando que, como ya se ha mencionado desde capítulos anterior el sitio donde se realizarán las ampliaciones ya se encuentra deteriorado desde la apertura de los caminos existentes, en donde se tiene una erosión de suelo en los cortes, el crecimiento de vegetación ruderal y de borde a orillas de estos, así como la apertura para el crecimiento de especies invasoras, en cuanto a la fauna a pesar de que se obtuvieron registros de los cuatro grupos, su hábitat ha sido modificado, creando el efecto barrera el cual prevalecerá debido a que se aprovechará la ruta existente que comunica a las distintas localidades beneficiadas.

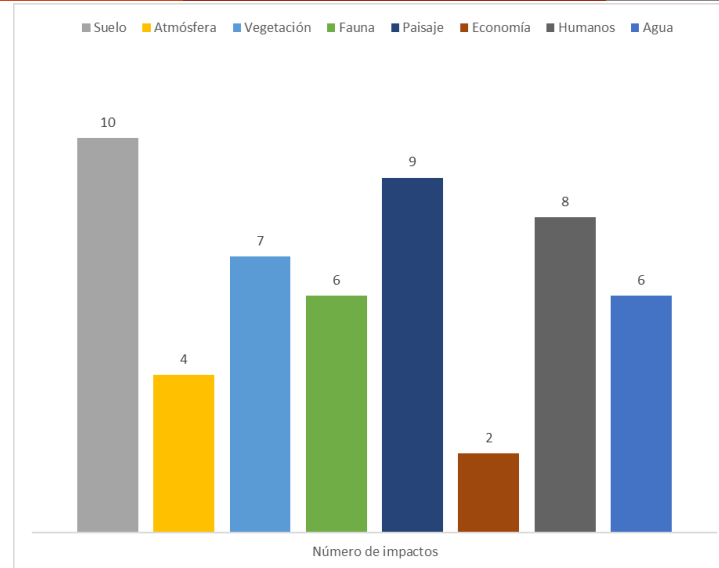
Actualmente por el paso constante de vehículos y que los caminos cuentan con revestimiento no evitan la generación de polvos, estos tienen a sedimentar a medio plazo, lo cual afecta la visibilidad a transeúntes, viviendas que se encuentren a las orillas y principalmente a la vegetación que con la acumulación de polvos evita la fotosíntesis afectando su crecimiento, estos polvos se eliminan hasta la época de lluvias, siguiendo la línea, durante esta época no es posible transitar los caminos por las malas condiciones en las que se encuentran aunando las pendientes pronunciadas que se tienen principalmente en las curvas, lo que ha originado accidentes y afectaciones a los vehículos lo que trae consigo gastos innecesarios a sus propietarios.

Dentro de los beneficios de la modernización de estos caminos es que se tendrá la pendiente y curvatura necesarios para mantener el flujo vehicular, aminorando los accidentes y contando con caminos eficientes y seguros, que con su mantenimiento preventivo y correctivo se podrá prolongar su tiempo de vida útil a la proyectada, ambos caminos son rutas para acceder a la cabecera municipal, Huauachinango aminorando los tiempos de recorrido. Estos caminos se conectarán a otros los cuales conducen hacia otras localidades que se encuentran dentro del SAR, por lo que el beneficio no será únicamente a las localidades que se encuentran a orillas de este, aunado a esto mantendrán un mejor acceso a los centros de salud, oficinas municipales, centros educativos, entre otros, así mismo, se mejorará el acceso a comercios, el intercambio de mercancías y factibilidades laborales incitan a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región.

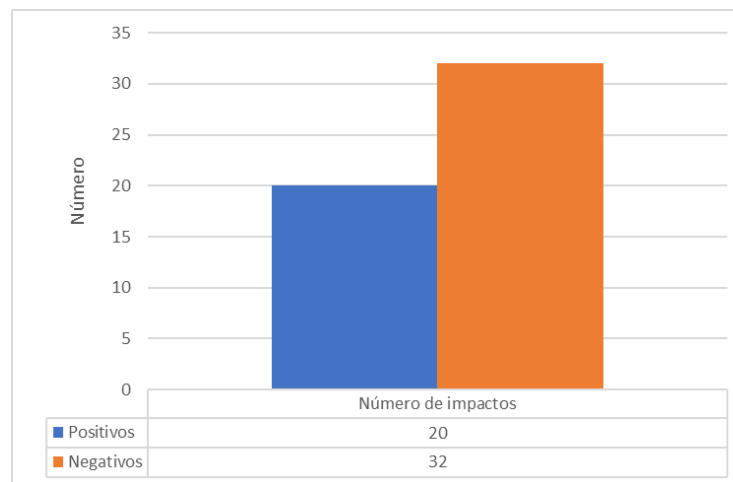




Gráfica 3. Total de impactos evaluados por etapas del proyecto.

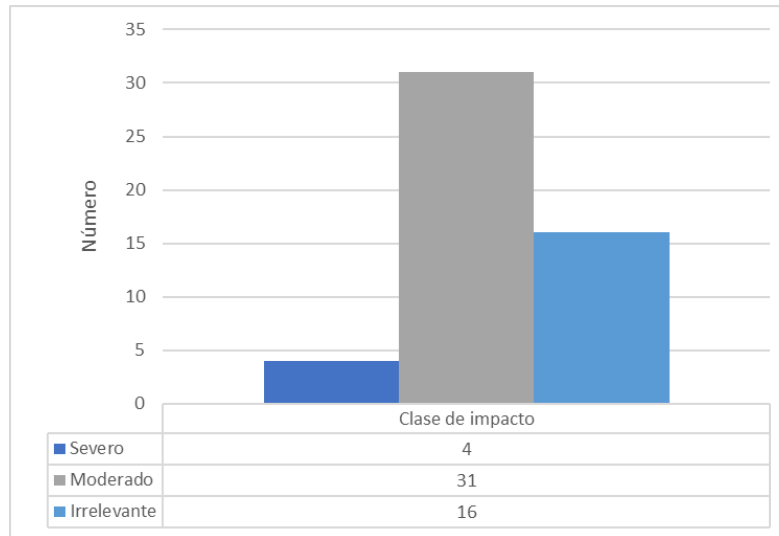


Gráfica 4. Total de impactos evaluados por componente ambiental.



Gráfica 5. Naturaleza de los impactos.

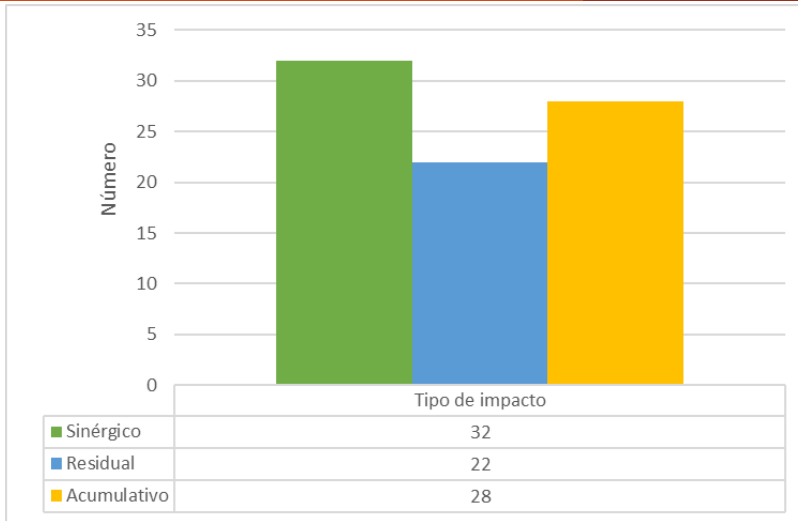
De acuerdo con los valores de los impactos (Tabla 4) estos presentan categorías de acuerdo con su importancia, se consideraron los impactos existentes en el SAR, AI y DV, se obtuvo la Gráfica 6 en donde se puede observar que el mayor número de impactos serán moderados, esto principalmente por la necesidad de alinear los caminos horizontal y verticalmente, impactando al suelo, flora y fauna.



Gráfica 6. Categoría de los impactos.

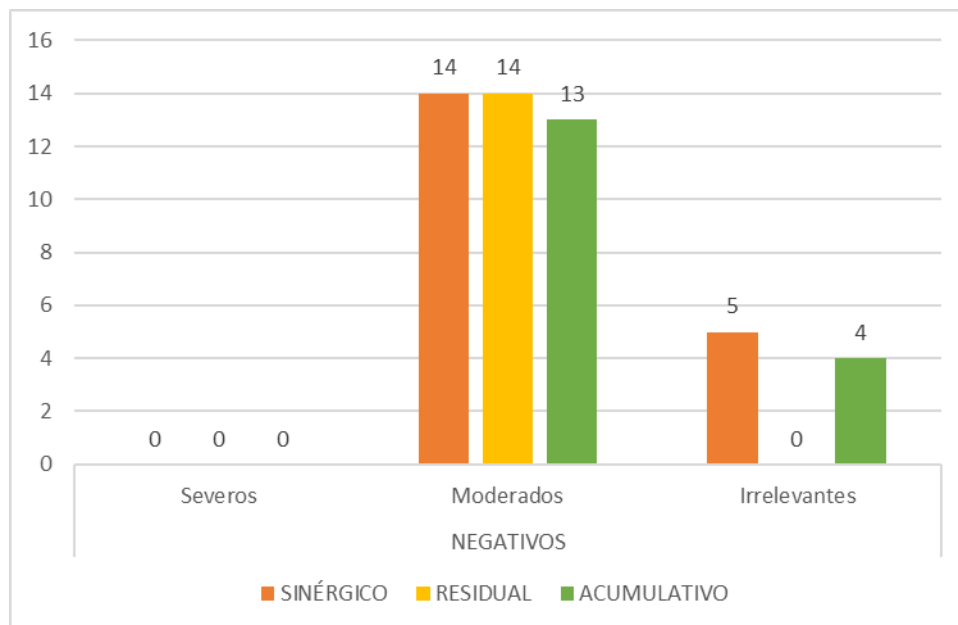
## IV. IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS

Dentro de los impactos evaluados se obtuvo el tipo de impacto el cual se divide en tres clasificaciones de acuerdo con su naturaleza y su importancia, en donde se obtuvo la Gráfica 5 y Gráfica 7, algunos impactos pueden presentar los tres tipos o dos. Un ejemplo es el desmonte, el cual es residual al perder la vegetación presente dentro de las superficies de afectación independientemente de que sea forestal o no forestal, esto se manifiesta como un grado sinérgico y residual, sin embargo, se debe considerar que las afectaciones a la vegetación conservada han sido presentadas desde la apertura del camino, su cambio para la agricultura o de potrero por las necesidades antropogénicas de la región la cual independientemente que sea para el beneficio del municipio los productos son distribuidos a nivel estatal ocasionando que los impactos ya se han presentado con antelación; otro ejemplo es la erosión y probable inestabilidad por la alineación de taludes tanto en corte como de terraplén, este impacto presenta los tres tipos se considera sinérgico por la pérdida de suelo para alinear los cortes de forma permanente durante la vida útil de los caminos presentándose en forma residual, dentro del tipo acumulativo se prevé que en caso de no aplicar medidas de mitigación se puede presentar derrumbes y erosión estos pueden ser en la temporada de sequías e incrementarse durante la temporada de lluvias, por lo anterior a pesar de aplicarse medidas para estabilizar taludes, colocar muros de contención o realizar una revegetación esto no evita la alineación de taludes.

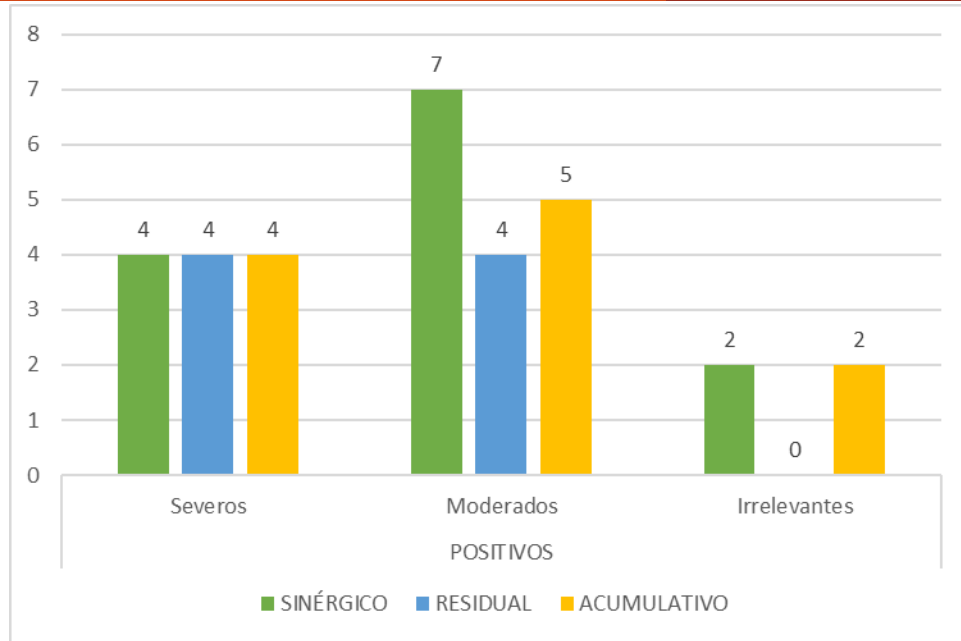


Gráfica 7. Tipos de impacto.

Dentro de los tipos de impacto se identificaron aquellos que son positivos y negativos como se muestra en las siguientes gráficas en donde se obtuvo que dentro de los severos no se tienen de grado sinérgico esto quiere decir que la ejecución de los proyectos no causarán daños que contrarresten las características de los ecosistemas, sin embargo, se presentarán dentro de los moderados los tres tipos, algunos pueden ser reducidos aplicando medidas de mitigación y otros pueden preverse de presentarse con la aplicación de medidas de mitigación (estas se describen en el capítulo VI). Dentro de los impactos positivos se tienen de igual forma impactos moderados en los tres tipos ya que se realizará la mejora de los caminos existentes los cuales traerán consigo beneficios a nivel SAR, así mismo, se realizaron los estudios para identificar la ubicación y tipo de obras de drenaje que son necesarias para mantener el flujo hidrológico en la región.



Gráfica 8. Tipos de impactos negativos.



Gráfica 9. Tipos de impactos positivos.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Gómez Orea Domingo. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa.

V. Conesa Fdez.-Vítora. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

# Capítulo VI

## Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

### CONTENIDO

I.	Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental .....	2
I.1	Medidas de forma obligatoria .....	2
I.2	Descripción de las medidas por impacto .....	4
I.2.1	Etapa de preparación del sitio .....	4
I.2.2	Etapa de construcción .....	6
I.2.3	Etapa de abandono del sitio.....	12
I.2.4	Etapa de operación y mantenimiento .....	13
I.3	Descripción de medidas para los residuos peligrosos y no peligrosos .....	15
I.4	Descripción de medidas para la conservación de suelos.....	16
I.5	Descripción de medidas para la vegetación .....	18
I.6	Descripción de medidas para la fauna .....	20
II.	Programa de vigilancia ambiental.....	23

# I. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Las medidas aplicables al proyecto se requerirán de ejecutar con la finalidad de atenuar los efectos adversos provocados por las distintas actividades de cada etapa del proyecto sobre los componentes ambientales involucrados. Estas se aplicarán tanto a nivel DV como a nivel SAR, cada una dependerá de tiempo de aplicación, los efectos se verán reflejados a corto o largo plazo. Estas medidas se suman a las que se llevarán a cabo con el proyecto descritas en el capítulo II.

Para el proyecto se aplicarán dos tipos de medidas:

- Medidas preventivas: conjunto de acciones que se ejecutarán para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- Medidas de mitigación: estas se dividen en cuatro, se aplicarán de acuerdo con el impacto evaluado:
  - Medidas de reducción: aplicables para los daños que se puedan ocasionar al ecosistema sean mínimos.
  - Medidas de rehabilitación: son programas de conservación y cuidado de los recursos naturales, se llevarán a cabo una vez finalizada la obra.
  - Medidas de remediación: contrarrestan los efectos negativos de las actividades de la obra para contribuir a la conservación y cuidado del ecosistema.
  - Medidas de compensación: son aplicables a impactos irrecuperables e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor.

## I.1 MEDIDAS DE FORMA OBLIGATORIA

Previo al inicio de la obra se considerarán los siguientes puntos que son necesarios para el inicio de cualquier actividad del proyecto:

- Contar con la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Darse de alta en SEMARNAT como generador de residuos peligrosos.
- Permiso para la disposición de basura generada en basureros o rellenos sanitarios en el municipio de Huauachinango.
- Dar de alta de los trabajadores en el IMSS o proveerlos de seguro de vida.
- Permisos para el uso de bancos de tiro, préstamo y de materiales que se requerirán para el proyecto (estos no están incluidos en el presente estudio).
- Permisos por parte de CONAGUA para la construcción de las obras de drenaje en zonas federales.

Es obligación de las empresas involucradas en la ejecución de las obras:

- Ubicar los centros de salud más cercanos a la obra y conocer los tiempos de traslado.
- Contratar la empresa que otorgará el servicio de sanitarios portátiles en la obra, esta se comprometerá a mantener en condiciones óptimas para su uso, en caso de generarse impactos por el mal mantenimiento de estos, la aplicación de las acciones correspondientes para anular o mitigar el impacto quedarán bajo la responsabilidad de dicha empresa.
- La constructora a cargo de la obra contará con reglamento interno de seguridad, higiene y medio ambiente, así como un plan de emergencias y un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria, vehículos y equipo.

- El supervisor ambiental dará a conocer los programas de protección civil y de educación ambiental, con la finalidad de dar a conocer a los trabajadores las características ambientales y laborales, así como las consecuencias que conlleva la no conservación del entorno.
- Contratar una empresa autorizada por SEMARNAT para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial.
- Proveer a los trabajadores del equipo de seguridad y material para llevar a cabo las actividades que se les indiquen y dar la capacitación adecuada por un especialista.
- Promover la contratación de mano de obra no calificada para las distintas actividades en las localidades cercanas a los caminos.
- Realizar el pago justo por la renta de terrenos a ocupar de manera temporal o en su caso llegar a acuerdos con los propietarios.

Se hará del conocimiento a los trabajadores en forma escrita:

- Queda prohibido a todo el personal la portación de armas y acudir a trabajar en estado inconveniente, es decir, en estado alcohólico o haber ingerido drogas. En caso de enfermedad, el trabajador deberá retirarse de las actividades y ser atendido de inmediato.
- Queda prohibido realizar fogatas, quemar basura o vegetación.
- Queda estrictamente prohibido molestar, cazar o extraer cualquier individuo de fauna que se pueda encontrar durante las etapas del proyecto, cualquier trabajador que se encuentre realizando alguna actividad que altere a la fauna será entregado a las autoridades correspondientes y la contratista realizará la sanción conveniente.
- Queda prohibida la extracción de ejemplares de flora de cualquier área circundante al área de trabajo, en caso de sorprender al trabajador será sancionado y será entregado a las autoridades correspondientes.
- Es obligación de los trabajadores del uso de los servicios sanitarios portátiles contratados, para evitar las necesidades fisiológicas al aire libre.
- Es obligación de los trabajadores depositar correctamente en los contenedores dispuestos los residuos generados durante las distintas etapas que contempla el proyecto.

## I.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS POR IMPACTO

### I.2.1 Etapa de preparación del sitio

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Instalación de obras provisionales	VEGETACIÓN SUELO FAUNA	Se requerirá de la colocación de obras provisionales las cuales son indispensables para el buen funcionamiento y ejecución de la obra, las cuales serán colocadas cercanas al frente de obra, dentro de estas obras se incluyen la colocación de sanitarios portátiles y el almacén para residuos peligrosos (RP) y no peligrosos (NP), por lo que se afectará a la vegetación que se encuentre y al suelo, debido a que se requerirá de la colocación de materiales para proteger al subsuelo, aunado a lo anterior serán los sitios donde se estacionará la maquinaria.	Queda prohibido colocar las obras provisionales en áreas conservadas, debido a que no se utilizarán tramos de los caminos existentes pueden colocarse en estas áreas las obras provisionales. El almacén para los residuos deberá colocarse en terreno plano. Los sanitarios portátiles se colocarán en sitios estratégicos para el acceso de los trabajadores y la empresa contratista se encargará de su limpieza así como de la disposición final de los residuos que se generen. Queda prohibido colocar las obras provisionales cerca de escurrimientos perennes o intermitentes.	Para reducir la superficie necesaria para la colocación de las obras provisionales, se considerará la renta de casas o terrenos particulares en las localidades aledañas al trazo. Debido a que en estas áreas se colocará el almacén para los residuos peligrosos y no peligrosos, se mantendrá en todo momento el control de los residuos que se generen colocando contenedores diariamente cercanos a la obra y almacenándolos en el sitio correspondiente, se llevará a cabo un programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, el cual será incluido en el programa de vigilancia ambiental y ejecutado por los supervisores ambientales, este será de forma permanente mientras dure la obra.
Desmante	VEGETACIÓN FAUNA	Por la alineación de los caminos se requerirá del desmante de vegetación de bosque mesófilo en sus diferentes estratos, esta será en una superficie total de 6.1314993 ha par ambos caminos. Así como vegetación ruderal y de borde que se encuentra en aquellos tramos que serán alineados. Con la eliminación de vegetación se modifica el hábitat para las especies faunísticas de los diferentes grupos, afectando sus sitios de	Queda prohibido el desmante con la utilización el uso de sustancias químicas o fuego o cualquier otra actividad que pueda afectar severamente las condiciones actuales de la vegetación y a la fauna, el derribo de árboles será manual y con el método direccional. Los restos provenientes del desmante se utilizarán para el arropo de los taludes o para cualquier otra actividad en donde	Señalar las áreas que serán afectadas delimitando o marcando los árboles por derribar, restringiendo la superficie a la superficie definida para cada camino de acuerdo con el plano de afectaciones; se realizará el troceado de troncos y ramas de los individuos leñosos. Previo al desmante por la afectación a la vegetación de bosque mesófilo se realizarán <u>labores de rescate de plántulas</u>



ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
		<p>anidación, percha, alimentación o descanso, que dentro del área del proyecto como del SAR se identificaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>sea útil su uso. Queda prohibido la extracción de flora y fauna silvestres para cualquier persona o trabajador, ya que estas pueden ser utilizadas para su comercio ilegal o consumo principalmente aquellas especies listadas den la NOM-059-SEMARNAT-2010. Aquella persona que se sorprenda realizando cualquier acto será sancionado y quedará dispuesto a las autoridades competentes. Queda prohibido realizar fogatas o tirar colillas en el área de trabajo, pueden causar incendios. Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la flora, así como de las especies que se puedan encontrar en el área del proyecto haciendo énfasis en especies en riesgo.</p>	<p>(&lt; 50 cm de altura) de especies características como <i>Liquidambar styraciflua</i>, <i>Heliocarpus americanus</i>, <i>Clethra mexicana</i>, <i>Alnus acuminata</i>, <i>Heliocarpus appendiculatus</i>, <i>Piper auritum</i> y <i>Malvaviscus arboreus</i>. Se llevará a cabo <u>acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre</u>, con la finalidad de identificar los sitios idóneos para su reubicación, revisión de madrigueras activas tanto a nivel del suelo como en los troncos caídos e incluso en el arbolado, de igual manera durante el monitoreo será de suma importancia la búsqueda de nidos activos, siendo el caso de encontrar alguno con huevos o polluelos se protegerá el nido de cualquier perturbación hasta el abandono natural de las crías y su padres.</p>
Despalme	VEGETACIÓN SUELO FAUNA	<p>Durante el despalme se realizará la afectación al suelo orgánico el cual es rico en nutrientes para la vegetación, lo cual impedirá el crecimiento de especies. Por otra parte, se pueden encontrar madrigueras de esta forma se altera el hábitat para distintas especies faunísticas, principalmente anfibios, reptiles y mamíferos.</p>	<p>En un sitio desprovisto de vegetación se acomodará el suelo orgánico temporalmente como resguardo para su uso posterior.</p>	<p>Utilizar el suelo orgánico para las áreas donde se realizará la reubicación de las plántulas rescatadas o arroje de los taludes de los bordos, este permitirá la revegetación debido a que cuenta con los elementos orgánicos, por lo que se llevará a cabo un programa de conservación de suelos.</p>
Alteración del paisaje por obras o instalaciones ajenas al lugar	PAISAJE	<p>La naturalidad paisajística se verá alterada desde esta etapa por la presencia de los trabajadores e instalación de obras provisionales. Por otra parte con el desmonte se verá el paisaje disminuido por la falta de vegetación en las áreas de afectaciones.</p>		

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Afectación a los usuarios	HUMANOS	Para la modernización de los caminos y evitar que estos sean cerrados se realizará por cuerpos, por lo que se afectará la circulación vehicular, ampliando los tiempos de traslado mientras dure la obra.		
Generación de empleos temporales	HUMANOS	Se requerirá de mano de obra no calificada para actividades como la limpieza de la zona donde se realizarán las actividades, despalme, traslado de material y equipo, etc., esto generará empleos temporales lo cual permitirá al trabajador tener un ingreso fijo.	Promover el empleo temporal en las localidades aledañas o en la región.	Capacitar al personal a emplear de acuerdo con sus actividades, para el manejo de residuos RP Y RNP, indicar las áreas restrictivas, manejo de sanitarios portátiles, el uso adecuado del equipo de seguridad, entre todas aquellas acciones y actividades que salvaguarden su salud, seguridad y al ambiente. Dar pláticas ambientales previas al inicio de sus actividades para concientizar al personal de la conservación del entorno.
Uso de propiedades	ECONOMÍA	Se requerirá de la utilización de sitios para la colocación de obras provisionales, estos son terrenos particulares, así mismo, debido a que los caminos benefician distintas localidades se pueden utilizar estructuras como por ejemplo bodegas utilizarlas como almacén, renta de casas como oficinas, entre otros.	Para evitar reducir el uso de áreas para la colocación de las obras provisionales, se propone rentar casas, bodegas o traspacios para el uso de obras como oficinas, almacenes de material y equipo, dormitorios o aquellas que sea posible utilizar.	Realizar el pago justo o llegar a acuerdos por el uso de propiedad privada, en caso de el uso de terrenos o traspacios, dejar en óptimas condiciones los sitios o mejores a las encontradas.

### 1.2.2 Etapa de construcción

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Presencia de trabajadores, maquinaria, equipo, instalaciones, entre otras	PAISAJE	Durante la etapa de construcción de las distintas obras se tendrá la presencia de trabajadores, maquinaria, equipo y estructuras provisionales las cuales afectarán visualmente al paisaje, además de las obras que se estarán realizando, este impacto es provisional mientras dure la obra.	Se colocarán señales de forma temporal en los frentes de la obra alusivas al cuidado de la vegetación y fauna, así como del entorno. Estas serán retiradas durante la etapa de abandono del sitio.	

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN														
Generación de ruido por la maquinaria y equipo	ATMÓSFERA FAUNA HUMANOS	<p>La maquinaria que será utilizada durante las distintas actividades es maquinaria pesada por lo que esta genera ruido la cual será percibida por los habitantes de las localidades aledañas, lo cual puede perturbarlos por los tiempos prolongados.</p> <p>Las afectaciones directas serán a los trabajadores que estarán expuestos a estos niveles de ruido en tiempos prolongados. Para la fauna esta puede ser ahuyentada a sitios más alejados impidiendo que estos se acerquen al área de trabajo.</p>	Los trabajos se realizarán en horarios diurnos de 7 am a 6 pm, para evitar los tiempos prolongados por el ruido de la maquinaria y equipo con la finalidad de aminorar la perturbación en áreas urbanas.	<p>La maquinaria y equipo en la que sea posible se colocarán silenciadores para evitar ruidos estruendosos.</p> <p>Para los trabajadores se mantendrán las condiciones de higiene de trabajo las cuales se estipulan en el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, en su título tercero "Condiciones de Higiene", Capítulo Primero "Ruido y Vibraciones", artículos 76 al 78 y en la NOM-011-STPS-2011, emitidas por la Secretaría de Trabajo y Protección Social. Las cuales, establecen los límites máximos para la exposición al ruido en los centros de trabajo, específicamente en su Apéndice A que menciona también el tiempo máximo permisible de exposición, de la siguiente manera:</p> <table border="1" data-bbox="1524 899 1940 1016"> <thead> <tr> <th>Nivel de exposición de ruido</th> <th>Tiempo máximo permisible de exposición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 dB (A)</td> <td>8 horas</td> </tr> <tr> <td>93 dB (A)</td> <td>4 horas</td> </tr> <tr> <td>96 dB (A)</td> <td>2 horas</td> </tr> <tr> <td>99 dB (A)</td> <td>1 hora</td> </tr> <tr> <td>102 dB (A)</td> <td>30 minutos</td> </tr> <tr> <td>105 dB (A)</td> <td>15 minutos</td> </tr> </tbody> </table> <p>dB: Decibel. Es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica (A): Nivel Sonoro "A". es el nivel de presión acústica instantánea medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado</p> <p>Para el caso en el que el tiempo de exposición o los niveles de ruido superen estos parámetros, se proporcionará el equipo de protección auditiva</p>	Nivel de exposición de ruido	Tiempo máximo permisible de exposición	90 dB (A)	8 horas	93 dB (A)	4 horas	96 dB (A)	2 horas	99 dB (A)	1 hora	102 dB (A)	30 minutos	105 dB (A)	15 minutos
Nivel de exposición de ruido	Tiempo máximo permisible de exposición																	
90 dB (A)	8 horas																	
93 dB (A)	4 horas																	
96 dB (A)	2 horas																	
99 dB (A)	1 hora																	
102 dB (A)	30 minutos																	
105 dB (A)	15 minutos																	

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
				correspondiente según la NOM-011-STPS-2011 y la NOM-017-STPS- 1993.
Emisiones de contaminantes por la combustión de hidrocarburos	ATMÓSFERA	La combustión de hidrocarburos no es un impacto de amplias repercusiones para la zona, su fácil dispersión hace de estos impactos que sean momentáneos, sin embargo, para los trabajadores puede presentar molestias y complicaciones en su salud.	La constructora llevará la bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos que se emplearán, así mismo, todos los vehículos para transporte de personal y de materiales deberán de contar con los engomados y documentación que acrediten que se han sometido a los procesos de verificación vehicular. Así mismo, presentará su programa de mantenimiento rutinario y emergente para todo vehículo y maquinaria que operará. El mantenimiento rutinario de los vehículos y el control de sus emisiones permitirá reducir las molestias e impactos que se derivan de la quema de combustibles fósiles. Dichas actividades serán vigiladas por el supervisor ambiental.	
Afectación a la visibilidad	ATMÓSFERA HUMANOS	Por las excavaciones que se realizarán durante las terracerías para la conformación de las capas que comprenden la superficie de rodamiento, se generarán polvos afectando la visibilidad de los trabajadores así para maniobrar la maquinaria. Para el acarreo de material en los camiones de volteo se tienen pérdidas de material por el viento lo cual puede ocasionar accidentes por la pérdida de visibilidad o por caída de material para aquellos vehículos que transiten detrás de estos.	Para evitar la generación de polvos se humedecerá el suelo y el material en los camiones de volteo de igual forma será humedecido y cubierto con lona, el agua a utilizar será tratada o contará con las autorizaciones para su uso, en el proyecto se contempla un volumen total de 151,504.7 m <sup>3</sup> .	
Contaminación por RP	AGUA SUELO	En caso de realizar obras durante la temporada de lluvias se puede tener de manera accidental su contaminación por	Toda maquinaria y equipo que se utilice para distintos trabajos se realizará su revisión diaria y previa para identificar	En caso de tener derrames accidentales en el suelo por RP se realizará el retiro del suelo contaminado y será depositado en

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
		<p>alguna fuga que presente la maquinaria o equipo que utilice gasolina, diésel, aceites, anticongelante o cualquier otro químico que altere la calidad del agua, esto afectará significativamente al agua la cual será arrastrada a otros sitios. Asimismo, para el suelo, en caso de tener derrames accidentales este puede filtrarse hacia los mantos acuíferos por medio de la filtración.</p>	<p>fugas. Queda prohibida la colocación del almacén temporal para RP cerca de zonas donde se encuentre escurrimientos intermitentes o perennes.</p>	<p>el contenedor correspondiente a RP para su tratamiento y disposición final por la empresa contratada. Para evitar la contaminación por RP sólidos y líquidos constructora a cargo mantendrá un programa de mantenimiento preventivo semanalmente mediante bitácora para asegurar que la maquinaria y equipo se encuentra en óptimas condiciones, así mismo se mantendrá un estricto control del almacenaje de combustible o cualquier sustancia peligrosa, de ser el caso.</p>
<p>Generación RNP y RP</p>	<p>AGUA SUELO</p>	<p>Durante el tiempo que dure el proyecto de modernización de los caminos, se generarán residuos por la obra o por los trabajadores, estos serán dispuestos en los contenedores de acuerdo con su clasificación, como se describe en el capítulo II. Por el mantenimiento que requiere la maquinaria y equipo se tendrán desperdicios contaminados por RP.</p>	<p>Llevar a cabo el <u>programa de manejo y disposición de RP y RNP</u> durante la ejecución de las distintas actividades y obras, en donde se llevará una bitácora en donde se identificará el tipo y volumen generado mensualmente, así como su disposición final. A todo el personal y público en general se impartirán pláticas ambientales para la conservación del entorno y las consecuencias de su mala disposición. Se apoyarán con letreros provisionales en los frentes de trabajo con las leyendas de NO TIRAR BASURA, CUIDA EL AMBIENTE, o cualquier otra leyenda que incentive a la conservación del entorno. Los trabajadores estarán obligados al uso adecuado de los sanitarios portátiles los cuales estarán ubicados en sitios estratégicos en los frentes de obra, su mantenimiento quedará a cargo del proveedor, en caso de tener</p>	

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
			contaminación por el mal funcionamiento de estos será responsabilidad de este de mitigar el impacto producido, se colocarán en una relación de 1 por cada 12 trabajadores. Quedando prohibida realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre.	
Afectaciones por el paso de maquinaria	VEGETACIÓN	La maquinaria para realizar las ampliaciones requerirá de transitar dentro del derecho de vía para la alineación de los taludes, así como la colocación de las obras de drenaje, sin embargo, las afectaciones serán mínimas ya que se utilizarán los caminos existentes, sin embargo en caso de que la maquinaria transite por zonas fuera del frente de obra, reducirá la porosidad por su peso provocando la compactación del suelo, afectará de ser el caso la vegetación que se encuentre así como la probabilidad de atropello de fauna.	La maquinaria transitará y maniobrá únicamente en los sitios que sean estrictamente necesarios para llevar a cabo las ampliaciones y estabilizaciones de los taludes, en áreas desprovistas de vegetación y en caminos existentes a una velocidad no mayor a los 30 km/h, esto prevendrá que se tenga mortalidad por atropellos a la fauna. Queda prohibida la apertura de caminos no autorizados, así como el tránsito de maquinaria por áreas fuera de la necesaria para la ejecución de las obras.	En caso de que la maquinaria requiera transitar por áreas fuera del frente de obra o de la apertura de caminos, se realizarán los trámites necesarios para la obtención de permisos. En caso de que la maquinaria transite por lugares no autorizados la empresa constructora se encargará de ejecutar y costear los daños al ambiente provocados.
Disminución de la porosidad del suelo	SUELO	Debido a que se alinearán ambos caminos, se realizará la compactación del suelo para alojar la plancha o superficie de rodamiento en la superficie destinada para el ancho de corona, reduciendo la porosidad por lo que en estos sitios ya no se tendrá vegetación.		
Erosión y probable inestabilidad por la alineación de taludes	SUELO	Una vez que se alineen los trazos el suelo estará expuesto a la erosión, debido a que ambos caminos se encuentran en una topografía montañosa, se tendrán taludes en corte serán mayores a 10 m. Por otra parte, se puede tener inestabilidad del suelo principalmente durante la temporada de lluvias por el arrastre de material el cual ha sido erosionado.	Para evitar la inestabilidad de los taludes tanto en corte como en terraplén se llevará a cabo el programa de conservación de suelos en donde además de evitar la erosión, incluirá la estabilización de taludes por medio de zampeado, colocación de mallas, muros de gavión o de mampostería, estos serán independientes a los muros de contención que contempla el proyecto ya que la finalidad es evitar	Una vez realizados los taludes en corte y terraplén se iniciará con el programa de conservación de suelos para evitar su erosión y estabilización.

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
			accidentes durante el tiempo de vida útil de los caminos.	
Modificación del relieve	PAISAJE SUELO AGUA	Por las alineaciones que requieren los caminos rurales para alinear las pendientes y curvaturas será necesaria la modificación del relieve para alcanzar las características de cada camino, actualmente el relieve ha sido modificado por la apertura de los caminos existentes sin embargo, se requerirá de alinear los taludes en corte y terraplén, modificando el paisaje actual pero este impacto como se ha mencionado ya se encuentra así como la modificación a la trayectoria de las corrientes de agua durante la temporada de lluvias al modificar la topografía, el suelo es el componente más impactado debido a que se tendrá una superficie mayor expuesta a la erosión hídrica y eólica.	Para evitar la inestabilidad de los taludes tanto en corte como en terraplén se llevará a cabo el programa de conservación de suelos en donde además de evitar la erosión, incluirá la estabilización de taludes por medio de zampeado, colocación de mallas, muros de gavión o de mampostería, estos serán independientes a los muros de contención que contempla el proyecto ya que la finalidad es evitar accidentes durante el tiempo de vida útil de los caminos. En los taludes donde permita el tipo de suelo se realizará su estabilización por medio de la revegetación con pastos, geomanta o con las plántulas rescatadas.	Una vez realizados los taludes en corte y terraplén se iniciará con el programa de conservación de suelos para evitar su erosión y estabilización.
Dinámica de cauces	AGUA	Se realizará la construcción de obras de drenaje nuevas o se sustituirán las existentes las cuales son indispensables para mantener en óptimas condiciones el pavimento, que con ayuda de las cunetas se guía la corriente de agua hacia estas obras permitiendo que se mantenga el flujo hídrico del lugar, así mismo, con las obras de drenaje que serán construidas se evitará que estas se mantengan libres de hojarasca, ramas o tierra en mayor tiempo por sus dimensiones.	Realizar las excavaciones necesarias para la construcción de las obras, en el caso de las obras sustituidas el material proveniente de las obras existentes será separado o colocado en contenedores de acuerdo con su naturaleza, para el caso de concreto armado o limpio puede ser entregado a empresas recicladoras, así como el acero.	Previo o durante la construcción de las obras de drenaje en caso de que así lo requiera realizar las adecuaciones necesarias para que funcionen como pasos de fauna, estas serán determinadas por un especialista en fauna, posteriormente se realizará su monitoreo para verificar su efectividad funcional, esto estará determinado en el programa de pasos de fauna.
Emisión de gases por la colocación de pavimento	ATMÓSFERA	Durante la colocación del pavimento flexible se emiten gases los cuales son necesarios por el calentamiento del riego de liga el cual es de manera temporal, sin embargo, en caso de no contar con el equipo necesario afecta directamente a los trabajadores.	Proveer a los trabajadores de esta actividad del equipo necesario para su seguridad principalmente mascarillas.	

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Presencia de señalética permanente	PAISAJE	Una vez finalizada la modernización de los caminos, contarán con distintas señales marcadas en el plano de señalética para cada camino, estas brindan al usuario seguridad.		
Construcción de obras inducidas	PAISAJE SUELO VEGETACIÓN	Dentro de estas obras está la colocación de muros de contención para estabilizar los taludes, que en caso contrario se requerirá de mayores afectaciones al suelo y vegetación, estas obras son importantes para mantener estabilizadas las capas que componen la superficie de rodamiento		De forma independiente a los muros contemplados dentro del proyecto se realizará la estabilización de taludes por medio del programa de conservación de suelos dentro de este se realizará el análisis de la ubicación de muros de contención de mampostería o de gavión principalmente en cortes mayores a 10 m.
Generación de empleos temporales	HUMANOS	Se requerirá de mano de obra no calificada para actividades como la limpieza de la zona donde se realizarán las actividades, como: desmonte, despalme, traslado de material y equipo, etc., esto generará empleos temporales lo cual permitirá al trabajador tener un ingreso fijo.	Promover el empleo temporal en las localidades aledañas o en la región.	Capacitar al personal a emplear de acuerdo con sus actividades, para el manejo de residuos RP Y RNP, indicar las áreas restrictivas, manejo de sanitarios portátiles, el uso adecuado del equipo de seguridad, entre todas aquellas acciones y actividades que salvaguarden su salud, seguridad y al ambiente. Dar pláticas ambientales previas al inicio de sus actividades para concientizar al personal de la conservación del entorno.

### I.2.3 Etapa de abandono del sitio

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Desmantelamiento de las obras provisionales	SUELO PAISAJE	Durante esta actividad se desarmarán las estructuras colocadas para las obras provisionales, por lo que el paisaje regresará a su naturalidad al no tener la presencia de estructuras ajenas.	Todo el material utilizado se depositará en los contenedores de acuerdo con su clasificación y serán depositados en el relleno sanitario o empresas recicladoras como, por ejemplo: papel, cartón, acero, concreto, etc.	Una vez retiradas todas las obras provisionales se escarificará el suelo para permitir la revegetación nuevamente aplicando el programa de conservación de suelos para evitar la erosión, en caso de haber utilizado terrenos particulares



ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
			La empresa contratada para los sanitarios portátiles retirará estos del área de trabajo.	ejecutar las medidas acordadas con el propietario.
Retiro de la maquinaria y equipo	SUELO PAISAJE	La maquinaria pesada será retirada de las áreas de trabajo las cuales afectaban paisajísticamente la naturalidad, a su vez al eliminar el paso constante de maquinaria ya no se tendrá la compactación de suelo.	Para el retiro de maquinaria se ocuparán los caminos existentes.	Se escarificará el suelo y se colocará suelo orgánico para la regeneración de la vegetación natural.
Limpieza del área	PAISAJE VEGETACIÓN FAUNA AGUA	Previamente al retiro total del área de trabajo de ambos trazos, se realizará la limpieza en todas las áreas ocupadas para la ejecución del proyecto, para asegurarse de no dejar material o basura proveniente de la obra.	Todos los restos de material que se hayan encontrado serán depositados en los contenedores de acuerdo con su clasificación, depositándola en los contenedores correspondientes.	
Generación de empleos temporales	HUMANOS	Se requerirá de mano de obra no calificada para actividades como la limpieza, generará empleos temporales lo cual permitirá al trabajador tener un ingreso fijo.	Promover el empleo temporal en las localidades aledañas o en la región.	Capacitar al personal a emplear de acuerdo con sus actividades y para el manejo de residuos RP Y RNP. Crear brigadas para la recolección de basura la cual mientras dure la obra realizará las actividades de limpieza. Dar pláticas ambientales previas al inicio de sus actividades para concientizar al personal de la conservación del entorno.

#### I.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Generación de polvos	VEGETACIÓN	Actualmente a pesar de ser caminos que cuentan con revestimiento este no impide que se tenga la generación de polvos los cuales afectan a la vegetación circundante evitando su fotosíntesis y crecimiento, por lo que al realizar la modernización de los caminos se eliminará este impacto, sin embargo, aquel que se genera de manera natural por el arrastre con los vientos se mantendrá.		

ACTIVIDAD	COMPONENTES AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Presencia de señalética permanente	PAISAJE HUMANOS	Los caminos, una vez finalizada su modernización contará con distintas señales marcadas en el plano de señalética para cada camino, estas brindan al usuario seguridad.	Llevar a cabo el programa de conservación de la señalética y retirar cualquier obstrucción de tal forma que permita la visibilidad a los usuarios.	
Azolve de obras de drenaje	AGUA FAUNA	Durante la etapa de operación por el arrastre de basura como hojarasca, ramas o tierra, pueden azolve las obras de drenaje lo cual impedirá mantener el flujo hídrico en estas obras durante la temporada de lluvias, lo mismo sucede con las cunetas. A su vez, las obras de drenaje como las losas y tubos funcionan indirectamente como pasos de fauna, por lo que la fauna no tendrá libre paso por estas obras.	Realizar el mantenimiento preventivo para mantener las obras libres de cualquier material o basura para permitir el flujo hídrico sobre estas en la temporada de lluvias.	Mantener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las obras de drenaje de tal forma que su estructura y funcionalidad permanezcan durante su vida útil.
Tránsito vehicular	HUMANOS ECONOMÍA	Una vez finalizada la modernización de los caminos estos permitirán que su tránsito sea eficiente y seguro durante los 365 días del año a una velocidad máxima de 30 km/h, esto generará los beneficios y cumplirá con los objetivos planteados.	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a la estructura de la superficie de rodamiento para evitar la formación de baches, mantener la señalética en óptimas condiciones, por lo que en caso de tener alguna obstrucción para su visibilidad ejecutar las medidas correspondientes para lograr su objetivo funcional.	Mantener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de las estructuras que conforman los caminos de tal forma que su estructura y funcionalidad permanezcan durante su vida útil. La limpieza del camino se realizará con medios mecánicos, y en casos necesarios por medio de herramientas manuales. Quedan prohibidas las fogatas sobre los márgenes del camino para limpieza de hierbas y malezas.

### I.3 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS PARA LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS

Previo al inicio de las obras se realizará la coordinación con el municipio de Huachinango para para coadyuvar con la limpieza dentro del derecho de vía y tener identificados los sitios de la disposición final de los residuos extraídos.

Previo al inicio de las obras se presentará para su autorización el programa por parte de la SEMARNAT, el cual dentro de este se especificará el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos provenientes por la ejecución del proyecto y, la disposición final de los residuos generados por la modernización de los caminos Cuacuilá-Xaltepec y desviación de Alseseca a Cuahueyatlá vía desviación Ayohuixcatlá.

Para el caso de los residuos generados por la obra se considerará además lo siguiente:

El almacenamiento provisional de residuos peligrosos y no peligrosos como se describe en el capítulo II, los residuos que se generen durante todas las actividades del proyecto tendrán un estricto control, buscando evitar daños ambientales colaterales por la contaminación del medio, el supervisor ambiental estará a cargo de vigilar que todo el personal lo lleve a cabo, así mismo todo el personal estará obligado a seguirlo.

Para el caso de los residuos sólidos urbanos, aquellos provenientes de las actividades cotidianas de los trabajadores, se realizará una separación de los residuos: inorgánicos y orgánicos; los residuos inorgánicos llevarán una separación más como aluminio (latas), plásticos, vidrio y papel/cartón. Para este fin se colocarán contenedores en los diversos frentes de trabajo y no alejados de los sitios de trabajo, los contenedores podrán ser de plástico o metal con una capacidad mínima de 200 l, señalizados con colores y letreros que indique que tipo de residuos deberán ser depositado en cada uno de ellos, los colores serán designados por el encargado del proyecto siempre y cuando sean claros e identificables entre sí.

Queda prohibido colocar contenedores para residuos dentro de zonas federales de cauces ya sean intermitentes o perennes.

Los residuos almacenados posteriormente se recolectarán o depositarán en sitios autorizados, con previo convenio con las dependencias locales o municipales encargadas. Queda estrictamente prohibido hacer su disposición final en sitios no autorizados, del mismo modo, a los trabajadores tirar basura en los frentes de obra y alrededores de la obra.

Todo personal que labore en la obra será instruido para la correcta disposición de los residuos que se generen durante las etapas del proyecto en los contenedores correctamente señalizados para cada tipo de residuos, haciendo hincapié en la obligatoriedad para todo personal (desde obreros hasta supervisores e ingenieros) para evitar tirar basura al aire libre.

Los residuos peligrosos y de manejo especial sólidos y líquidos como aceites, pinturas y disolventes o cualquier material contaminado de los mencionados, serán dispuestos correctamente en los contenedores de residuos peligrosos o de manejo especial, para lo cual los trabajadores serán capacitados para su identificación de los diferentes tipos de residuos y su disposición correcta.

Los almacenes temporales, mínimo deberán de contar con las siguientes características y seguir lo citado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;

- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos; y
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de estos, en lugares y formas visibles.

Durante la etapa de abandono del sitio se realizará la limpieza general dentro del derecho de vía se separarán los residuos en: residuos sólidos urbanos (basura), residuos vegetales, residuos de material terrígeno o rocoso y residuos peligrosos o de manejo especial, serán recolectados y dispuestos de acuerdo a las características de cada uno, siendo que la basura será separada y dispuesta en tiraderos o rellenos sanitarios autorizados, lo mismo para los residuos vegetales, por su parte los residuos de material de tierra y piedra, serán dispuestos en bancos o tiraderos autorizados; por último, los residuos peligrosos o de manejo especial que se recolecten, serán entregados a la empresa autorizada por SEMARNAT para el manejo y disposición final a estos, siendo que dicha empresa deberá de presentar su acreditación para la realización de dicha actividad. Esta limpieza final, no exime por ningún motivo que el manejo de estos recursos no se realice adecuadamente durante las otras etapas, su manejo adecuado se realizará desde el momento del inicio de la obra hasta su finalización. La finalidad de esta limpieza final es la de la recolección de aquellos residuos que hayan sido mal dispuestos por negligencias o emergencias, buscando dejar el sitio en condiciones similares o mejores a las que fue encontrado respecto a la presencia de desperdicios.

De forma temporal se colocarán letreros en los frentes de obra con leyendas e imágenes para aquellas personas que no sepan leer de "prohibido tirar basura", "cuida el agua", "deposita la basura en su lugar", entre otras.

#### **I.4 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS**

Debido a que ambos caminos se encuentran sobre terreno montañoso y se prevé la alineación de taludes, la protección, manejo y conservación de los suelos para evitar la erosión, mediante la caracterización general de los elementos bióticos y abióticos del área de estudio se establecerán las áreas susceptibles para su estabilización generando indicadores de seguimiento que permitirán medir el correcto funcionamiento de las medidas de rehabilitación y protección de los suelos, asimismo, se establecerán medidas de limpieza en los sitios de ocupación a lo largo del área de trabajo.

Se evaluará la posibilidad de conservación con base en las condiciones actuales del sitio y a su caracterización, tipo de degradación (causas naturales como la erosión eólica, hídrica o generada por cuestiones antrópicas como la deforestación en áreas sensibles) y el grado de degradación (si esta es severa o inicial). En base a lo anterior la situación social y la experiencia en campo se definirán las acciones a realizar para cada caso en particular, así como también se propone la mejor metodología para la realización de los objetivos propuestos para la conservación de suelos (INEGI, 2014).

Dentro de estas actividades deberá rescatarse aquel suelo que sustenta vegetación arbórea de las áreas de despalme del proyecto, debido a que naturalmente contiene condiciones y nutrientes con los que se podrán revegetar los sitios afectados.

Para su rescate y reutilización en posteriores actividades se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El suelo orgánico deberá ser levantado con palas y picos y en la medida de lo posible almacenarlo en costales. No se recomienda el uso de maquinaria dado que la capa de sustrato es muy delgada.

- Se debe proteger de no mezclarse con el material de despalme a profundidad que no sirve para restauración debido a que no contiene materia orgánica.
- En caso de que el almacenamiento previo a la reutilización del suelo orgánico sea en montones cercanos a la obra, estos se deberán proteger contra la acción erosiva del agua, viento y acción directa del sol, para lo cual, se puede emplear lonas impermeables.
- Los montones de suelo orgánico rescatado no se deben colocar en sitios donde impida los escurrimientos naturales o en lugares donde se invadan cuerpos de agua, y que este sea arrastrado por el agua de lluvia.
- No se debe permitir el paso de maquinaria y/o vehículos sobre el suelo de despalme almacenado.

Durante la ejecución de la obra y antes de la aplicación de estas técnicas, deberán tenerse en cuenta aquellas medidas anteriormente apuntadas para minimizar el impacto de la obra sobre la vegetación y la resistencia del talud a la erosión. Esto es, reducir al máximo las pendientes de los taludes y la destrucción de la vegetación circundante, pero en muchas ocasiones y a pesar de estos esfuerzos las características de determinados taludes (pendientes muy pronunciadas, estructura rocosa, etc.) hacen necesario aplicar técnicas especiales para evitar procesos erosivos y problemas de estabilidad. Esto facilita, a su vez, la integración del talud en el entorno y la colonización vegetal con ciertas garantías de éxito. Son muchas las técnicas disponibles para el control de la erosión, pudiendo utilizarse por sí solas, o en combinación con la introducción de especies herbáceas y leñosas o junto con otras técnicas ecotecnológicas para incrementar el éxito de la restauración (p.e., muros verdes).

Para la ejecución de esta actividad se deberá haber realizado previamente el rescate y almacenamiento de la capa orgánica del suelo que se removerá de los sitios. Posteriormente la empresa constructora deberá construir los taludes de los bordos con la pendiente y condiciones necesarias para su protección mediante revegetación o mallas anti-erosión. Aunado a la protección de suelo en taludes se contemplarán los sitios utilizados para la colocación de las obras provisionales, en donde de igual manera se llevará a cabo las actividades para la protección de suelos.

A continuación, se presentan algunas técnicas de protección de taludes, para el caso del proyecto se realizará con revegetación con pastos por el tipo de suelo e inclinación de taludes de los bordos.



Fotografía 1. 1.Mallas o enrejados metálicos, 2. Geomallas volumétricas, 3. Geoceldas, 4. Mantas orgánicas 5. Revegetación.

## I.5 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS PARA LA VEGETACIÓN

Los cambios de ruta que se realizarán pueden provocar un efecto barrera para la vegetación, como se menciona en el capítulo II no se requerirán 0.306358089 ha para el camino Cuacuila-Xaltepec y 1.167046288 ha para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla, en suma se tiene un total de 1.473404377 ha al finalizar la obra quedarán si vegetación aparente con impactos ya generados desde la apertura del camino, se propone a su vez que durante las etapas del proyecto estas pueden ser utilizadas para la colocación de obras provisionales. Aunado a esto previo al desmonte por la afectación a la vegetación de bosque mesófilo se realizarán labores de rescate de plántulas (< 50 cm de altura) de especies características como *Liquidambar styraciflua*, *Heliocarpus americanus*, *Clethra mexicana*, *Alnus acuminata*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Piper auritum* y *Malvaviscus arboreus*.

Por lo tanto, para evitar un efecto barrera tener manchones aislados de vegetación conservada o en estado secundario de bosque mesófilo se propone que las plántulas rescatadas sean colocadas en esta superficie para mantener el manchón vegetal de tal forma que se tenga una restauración a la vegetación, así mismo, en sitios donde no se cuente con esta vegetación se realice la conservación de suelos por medio de la siembra de pastos. Esto permitirá reducir las superficies afectadas y a su vez que estas sean erosionadas tanto de manera eólica como hidrológica, por otra parte, permitirá la filtración de agua hacia los mantos acuíferos de la cuenca hidrológica.

En las siguientes Imagen 1, Imagen 2 e Imagen 3 se muestran los sitios de los caminos que no serán aprovechados, por lo tanto, estos mismos se proponen para su reforestación o conservación de suelos.

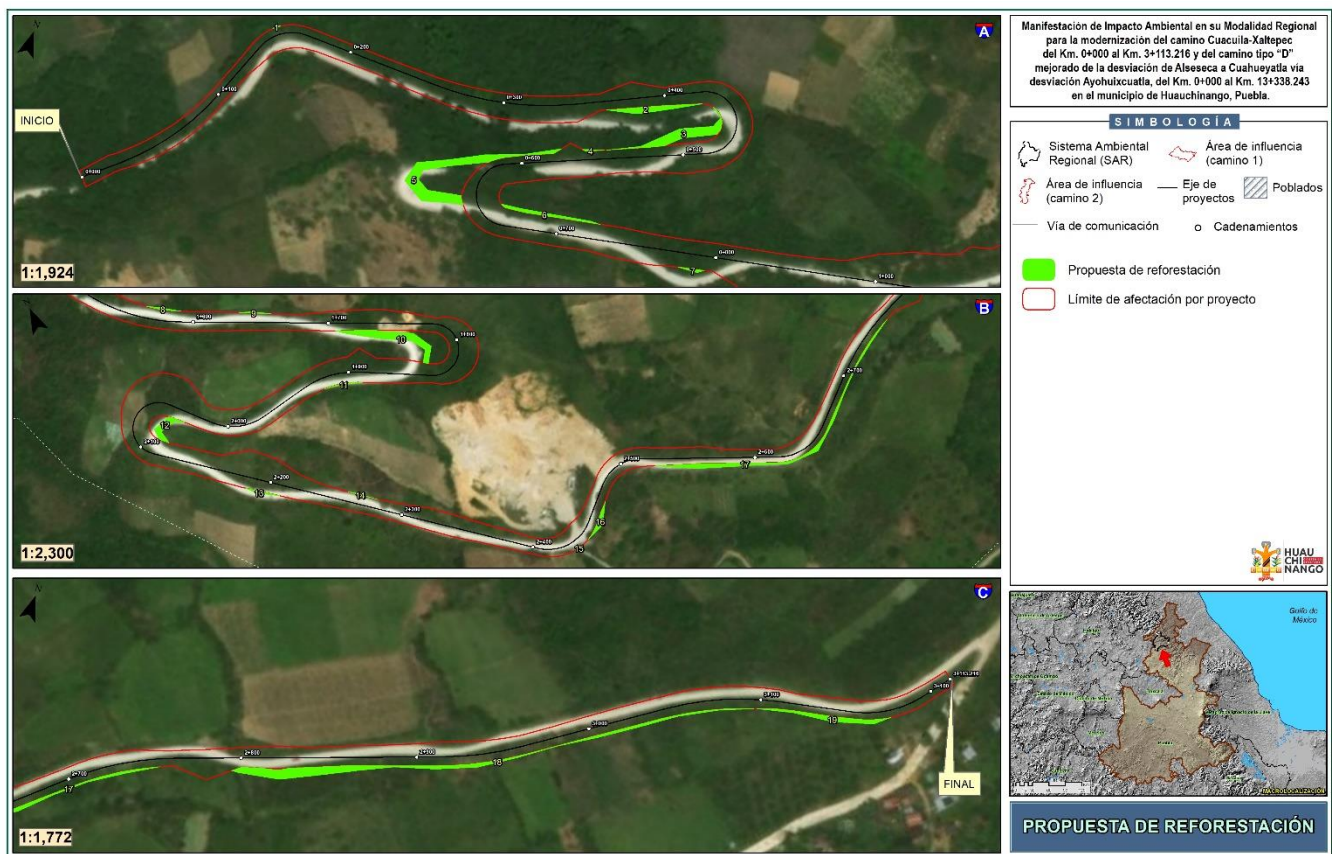


Imagen 1. Propuesta de sitios para reforestación y conservación de suelos del camino Cuacuila-Xaltepec.

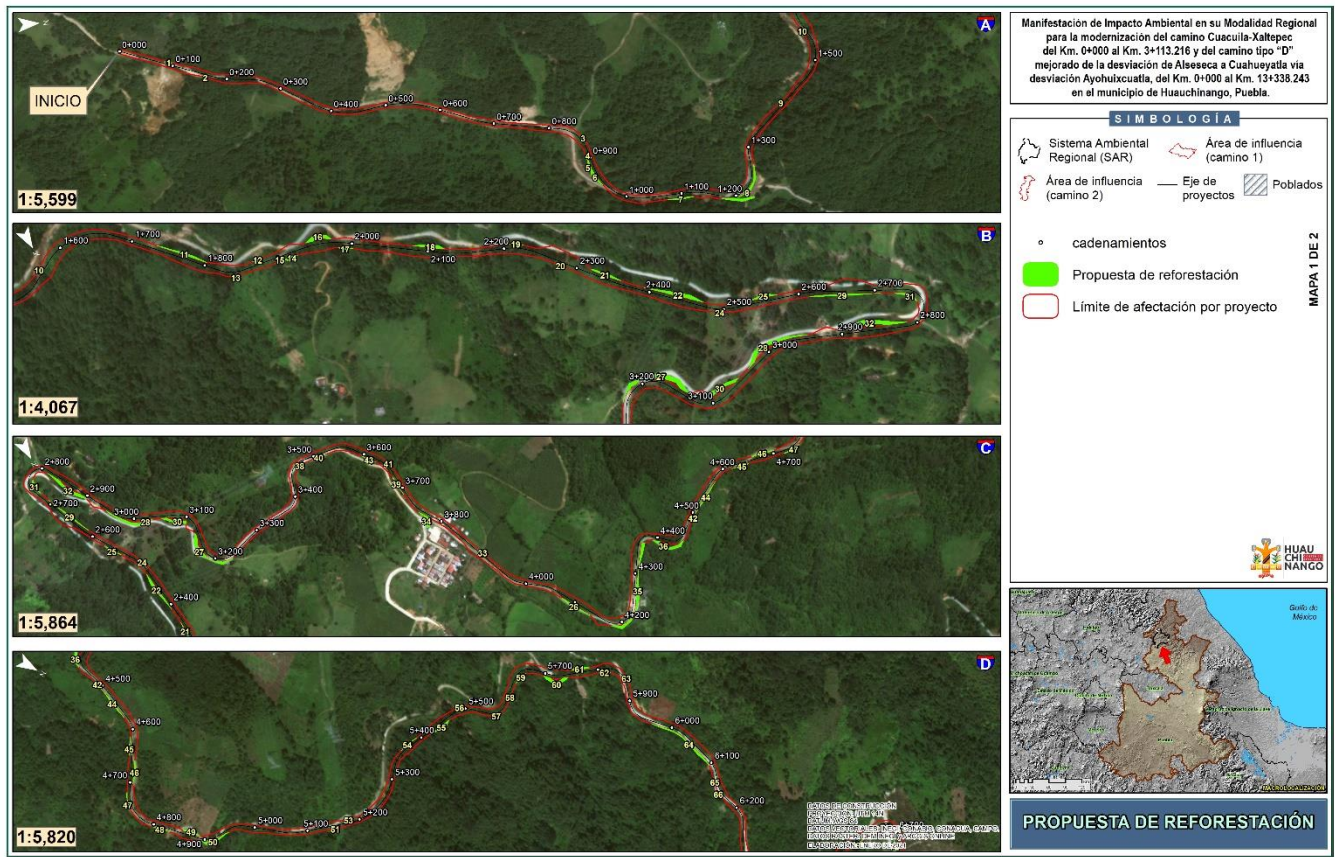


Imagen 2. Propuesta de sitios para reforestación y conservación de suelos del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcatla del km 0+000 al km 6+200.

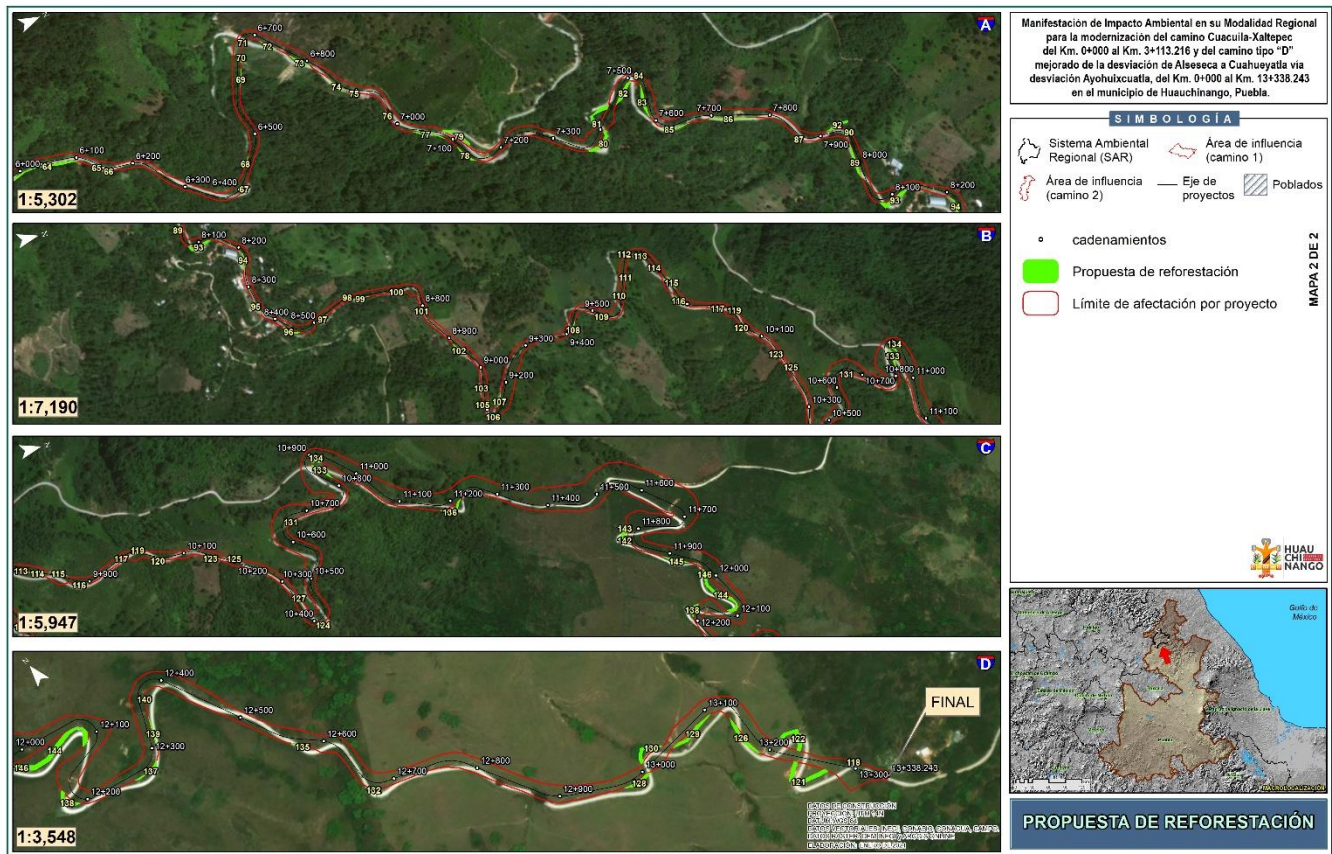


Imagen 3. Propuesta de sitios para reforestación y conservación de suelos del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcutla del km 6+000 al km 13+338.243.

Estas propuestas de reforestación se deberán considerar para su ejecución por medio de un programa de reforestación el cual previo al inicio de la obra tendrá que ser autorizado por SEMARNAT para llevarlo a cabo, el cual estará incluido dentro del programa de vigilancia ambiental para su ejecución.

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS PARA LA FAUNA

Para prevenir la mortalidad de las especies de fauna y asegurar su conservación principalmente aquellas que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, estas deberán ser autorizadas de ejecutarse previo al inicio de las obras por parte de SEMARNAT y se incluirán dentro del programa de vigilancia ambiental, dentro de estas acciones se considerará lo siguiente para los grupos faunísticos:

- Rescate de herpetofauna: se debe revisar minuciosamente todos los sitios, en el área de afectación del proyecto, que pudieran funcionar como refugio para las especies de anfibios y reptiles (debajo de rocas, troncos, hojarasca y escurrimientos), para capturarlos y reubicarlos en sitios de similares condiciones ambientales a una distancia mínima de 300 metros.
- Ahuyentamiento de aves y mamíferos: para estas especies considerar una reubicación representaría un gasto de recursos humanos y económicos, dada su capacidad de desplazamiento, por lo tanto, la estrategia de protección está dirigida a ahuyentarlos del área de afectación del proyecto y capacitar a la planta laborar para que evite molestarlos o matarlos durante las diversas etapas del proyecto.



Para reducir el efecto barrera, fragmentación de hábitats y el atropello de fauna se propone la adaptación de obras de drenaje como pasos de fauna (Imagen 4 e Imagen 5). Concretamente se identificaron 8 obras que cumplen con las características en cuanto a ubicación y dimensiones para ser adaptadas. La adaptación consiste en proporcionar un mantenimiento periódico, la creación de refugios en los alrededores de las obras, y realizar una plantación funcional con especies de la región en los alrededores de las obras de drenaje seleccionadas para favorecer la creación de las condiciones microambientales que requieren los herpetozoos para sobrevivir, sin embargo, no se debe olvidar la principal función de las obras de drenaje, conducir el agua de los escurrimientos de forma rápida y controlada hasta su disposición final, por lo tanto, se debe realizar un mantenimiento periódico para evitar que plantas o materiales orgánicos e inorgánicos reduzcan el diámetro de las obras de drenaje.

Finalmente, es importante realizar revisiones periódicas durante la modernización de los caminos, si bien, ya se han identificado varias obras que pueden funcionar como pasos de fauna, se deberán realizar revisiones durante las etapas del proyecto para determinar si el resto de las obras de drenaje consideradas en el proyecto pudieran tener condiciones para modificarse como pasos de fauna, todo esto debido a los cambios en los desplazamientos que pudieran presentarse a causa de las actividades o de los eventos reproductivos o migratorios de las especies de anfibios y reptiles; de esta forma se incrementaría el número de sitios que permitirían dar continuidad a las rutas de desplazamiento de dichas especies.

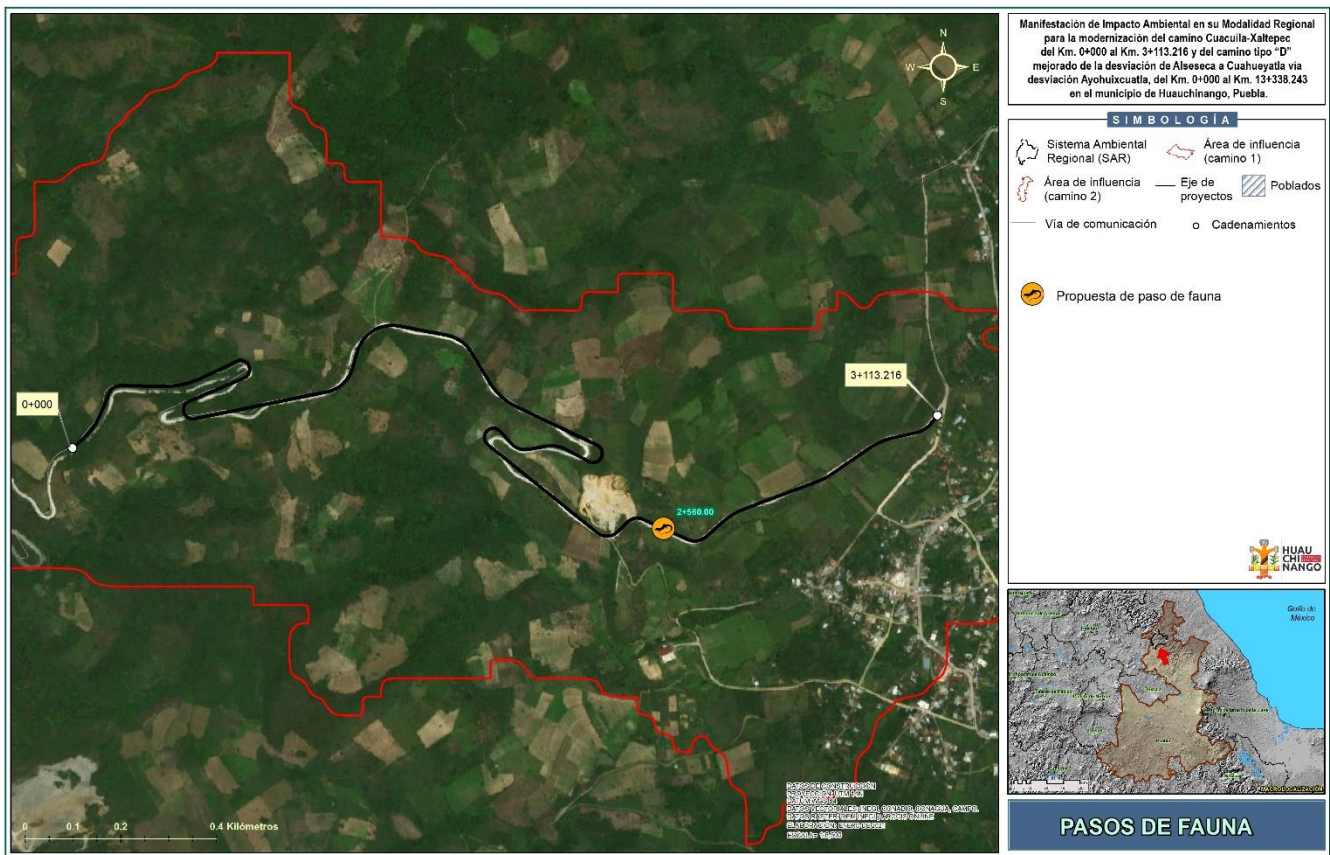


Imagen 4. Ubicación de la obra de drenaje por adaptarse como paso de fauna para el camino Cuacuilá-Xaltepec.

La siguiente Tabla 1 se enlistan las obras de drenaje propuestas y descritas en el capítulo II del presente estudio:

Tabla 1. Listado de obras de drenaje para el camino Cuacuila-Xaltepec.

NO.	ESTACIÓN	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	ESVIAJADA	PASO DE FAUNA
		X	Y			
1	0+021.00	602625.1	2230425.26	T. 1.20Ø	NORMAL	NO
2	1+715.00	603649.86	2230444.04	T. 1.20Ø	NORMAL	NO
3	2+560.00	603845.29	2230242.95	L - 2.00 X 1.50 M	NORMAL	SI

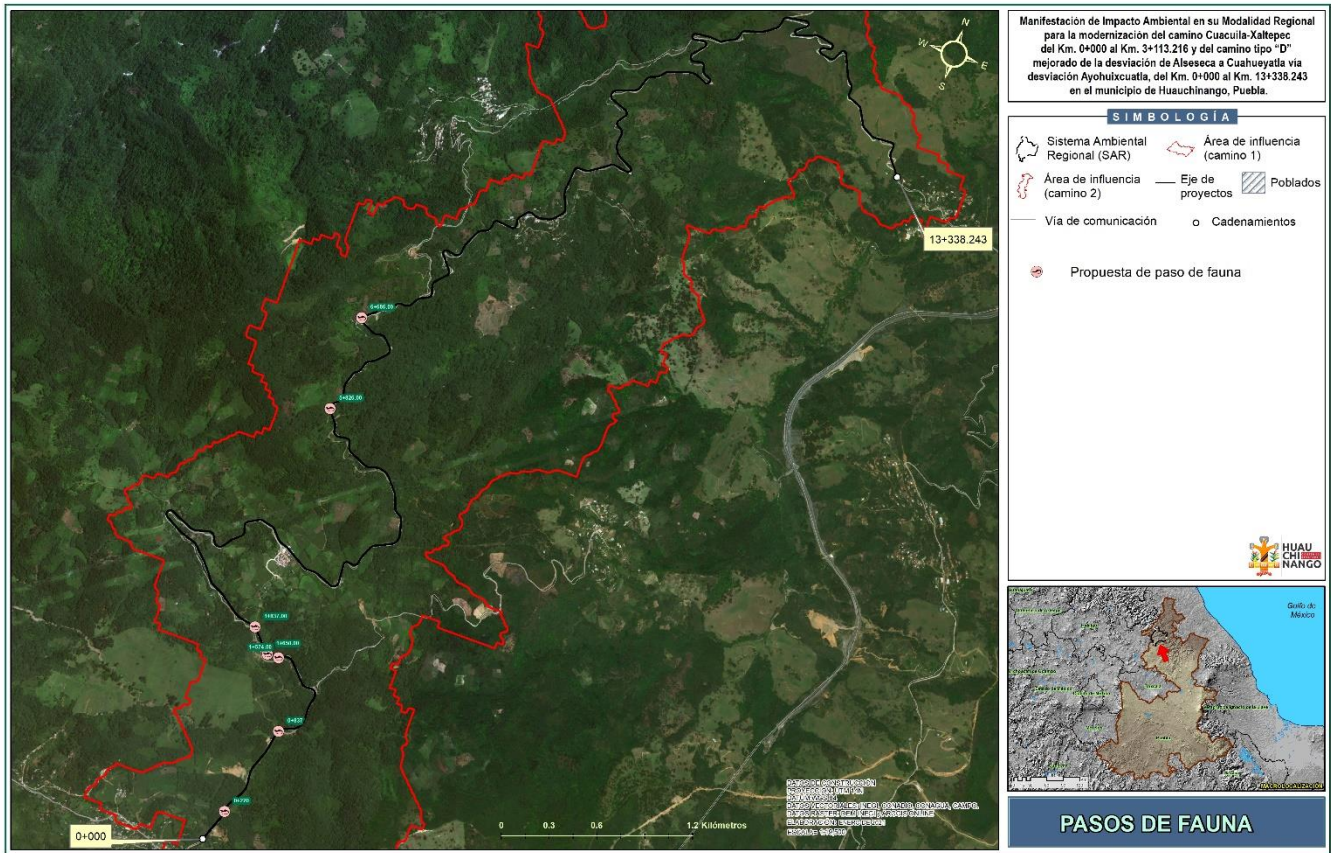


Imagen 5. Ubicación de las obras de drenaje por adaptarse como paso de fauna para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

El siguiente listado es de las obras de drenaje propuestas, así mismo se especifica la ubicación de las que serán adaptadas como paso de fauna de acuerdo con la Imagen 5.

Tabla 2. Listado de obras de drenaje para el camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla.

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	ESVIAJADA	PASO DE FAUNA
				X	Y			
1	0+190	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598193.63	2235064.12	NO APLICA	No	
2	0+220.00	NUEVA	---	598194.4764	2235087.512	L - 2.00 X 1.0 M	NORMAL	Si
3	0+837.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598340.0662	2235675.477	L - 5.50 X 3.50 M	ESV 30°	Si
4	1+197.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598481.253	2235962.395	T. 1.20Ø	ESV 25°	No

NO.	ESTACIÓN	CARACTERÍSTICA	TIPO DE OBRA EXISTENTE	COORDENADAS UTM		TIPO DEL PROYECTO	ESVIAJADA	PASO DE FAUNA
				X	Y			
5	1+400.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598324.4729	2236062.334	T. 1.20Ø	NORMAL	No
6	1+574.00	EXISTENTE	ZANJA DE DRENAJE	598181.8324	2236107.849	L - 4.50 X 2.50 M	ESV 30°	Si
7	1+650.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598108.9782	2236105.081	L - 2.00 X 1.00 M	ESV 20°	Si
8	1+755.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598035.1126	2236179.001	T. 1.20Ø	ESV 15°	No
9	1+837.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597978.5669	2236238.741	L - 2.00 X 1.0 M	ESV 25°	Si
10	1+995.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597828.4113	2236281.204	T. 1.20Ø	ESV 10°	No
11	2+131.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597717.9344	2236360.342	T. 1.20Ø	NORMAL	No
12	2+760.00	NUEVA	---	597215.4001	2236714.932	T. 1.20Ø	ESV 20°	No
13	2+918.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597344.4132	2236700.376	T. 1.20Ø	ESV 15°	No
14	3+646.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	597873.2006	2236863.016	T. 1.20Ø	ESV 25°	No
15	4+160.00	NUEVA	---	598324.9864	2236647.981	T. 1.20Ø	NORMAL	No
16	4+379.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598381.572	2236815.564	T. 1.20Ø	NORMAL	No
17	4+600.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598500.8689	2236965.088	T. 1.20Ø	NORMAL	No
18	4+823.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598628.3748	2237109.805	T. 1.20Ø	NORMAL	No
19	5+826.00	NUEVA	---	597953.0467	2237684.78	L - 2.50 X 1.50 M	NORMAL	Si
20	6+117.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598021.4827	2237949.499	T. 1.20Ø	ESV 20°	No
21	6+324.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598152.4023	2238100.91	T. 1.20Ø	NORMAL	No
22	6+686.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	597943.5507	2238287.903	L - 2.50 X 1.50 M	ESV 15°	Si
23	6+927.00	EXISTENTE	2LOSA 1.5 X 1.5 M	598122.591	2238441.664	T. 1.20Ø	NORMAL	No
24	7+428.00	EXISTENTE	LOSA 1.5 X 1.5 M	598330.6657	2238788.142	T. 1.20Ø	ESV 30°	No
25	7+948.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598533.903	2239144.764	T. 1.20Ø	ESV 30°	No
26	8+143.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598657.8464	2239213.763	T. 1.20Ø	NORMAL	No
27	8+480.00	NUEVA	---	598914.8709	2239362.632	T. 1.20Ø	NORMAL	No
28	8+597.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598873.7471	2239471.979	T. 1.20Ø	NORMAL	No
29	8+754.00	EXISTENTE	TUBO 20"Ø	598890.6644	2239626.573	T. 1.20Ø	NORMAL	No
30	13+300.00	NUEVA	---	600779.6406	2240294.039	T. 1.20Ø	NORMAL	No

## II. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Este programa tiene la finalidad de coordinar las medidas necesarias que se ejecutarán para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos derivados de las actividades que comprenden la modernización de los caminos incluidos en un solo proyecto con la finalidad de evitar contaminación o daños al ambiente dentro del área de influencia (AI) y del Sistema Ambiental Regional (SAR), generando la menor cantidad de impactos negativos en el entorno y evitando retrasos durante la ejecución.

Su aplicación comprenderá los tres años contemplados para la ejecución de las etapas del proyecto, exceptuando las acciones de rescate y reubicación de flora silvestre y el programa de reforestación.

Incluye las medidas y acciones requeridas para prevenir, mitigar y controlar los posibles impactos ambientales que se deriven de las obras y actividades del proyecto, así como la supervisión de su correcta aplicación, requerimientos de higiene y seguridad en la obra para prevenir riesgos y contingencias, acciones y medidas de seguridad para los trabajadores, así como, acciones para lograr una correcta disposición de los desechos generados, además de promover

la vigilancia y cumplimiento de la legislación ambiental, para un desarrollo de obra sostenible que permita reducir y/o evitar retrasos, sanciones, accidentes y afectaciones en el ecosistema en todas las áreas.

Para obtener resultados favorables, se requiere de la colaboración y trabajo conjunto de dependencias gubernamentales, de la constructora(s) que ejecute(n) la obra, contratistas y subcontratistas de las distintas empresas que se relacionen con esta obra, así como, del trabajo en conjunto de todos los que forman parte de esta (como son los habitantes de las comunidades que laboren directamente en la obra o que estén involucradas).

El programa constituye un instrumento básico de gestión ambiental que deberá cumplirse durante las actividades y etapas en las que se realizará las obras de control de inundaciones, por lo que incluye de manera general la verificación de realización en campo de los programas que fungen como medidas de mitigación ambiental los cuales se mencionan a continuación:

- Programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos
- Programa de conservación de suelos
- Programa de reforestación
- Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre
- Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre

El aspecto más importante es la interpretación de la información recabada que sirve para poder dar respuesta a cambios ambientales antes y después de la ejecución de un proyecto. Las técnicas posibles para interpretar los cambios deben tener una base de datos de un periodo anterior a la obra o su control en zonas testigo y para que sea efectivo, lo óptimo es que contenga un bajo número de indicadores, que sean fácilmente cuantificables y medibles, así como representativos para el del sistema que será intervenido.

La ejecución y seguimiento que competen a este programa y por consiguiente a los programas que lo conforman, debe realizarse por un especialista Supervisor Ambiental (como puede ser un Ingeniero Ambiental o Biólogo (Ecólogo) o afín y auxiliares técnicos, durante los años que dura la obra), que tratará los temas de control ambiental, verificar la ejecución los programas, supervisar las acciones que realice el promovente o compañías contratistas, reporte de incumplimientos etc.

Es función del encargado del programa llevar a cabo la supervisión de cada uno de los distintos frentes de obra que existan, exigir a los contratistas y subcontratistas el cumplimiento estricto de las medidas derivadas de la evaluación de la MIA-R y programas o acciones ambientales.

Por su parte, la empresa encargada de la construcción del proyecto y la supervisión de la ejecución de los programas o acciones ambientales, serán los responsables de la prevención y mitigación de la contaminación o deterioro ambiental, donde se desarrollan los trabajos del proyecto durante su preparación, construcción y abandono del lugar, así como, la inspección y control del cumplimiento de las normas de seguridad e higiene y demás disposiciones vigentes.

Algunos aspectos por considerar dentro de la función del encargado de este programa se encuentran:

- Planificar, organizar y controlar el cumplimiento de las actividades ambientales.
- Motivar y dar a conocer la participación de todos los empleados.
- Evaluar la efectividad del programa.
- Cumplimiento de los Términos y Condicionantes en caso de ser favorable su autorización de los oficios resolutivos.

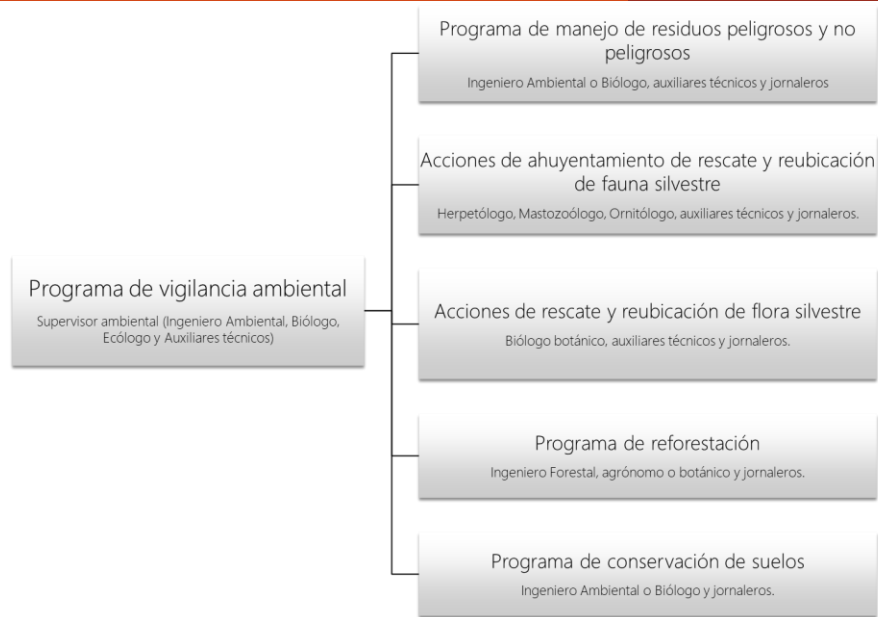


Imagen 6. Diagrama del programa de vigilancia ambiental.

Los demás empleados y contratistas son responsables de:

- Asignar responsabilidades con respecto a seguridad y protección ambiental.
- Cumplir con las disposiciones impartidas para la obra en el programa de vigilancia ambiental.
- Reportar de inmediato cualquier inquietud, peligro o riesgo presente en su lugar de trabajo.

***TODOS LOS PROGRAMAS PROPUESTOS EN EL PRESENTE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL TENDRÁN QUE SER PREVIAMENTE AUTORIZADOS POR LA DEPENDENCIA PREVIO AL INICIO DE LAS OBRAS.***

# Capítulo VII

## Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

### CONTENIDO

I.	Descripción y análisis de los escenarios.....	2
I.1	Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	2
I.2	Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.....	2
I.3	Descripción y análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación y compensación.....	3
II.	Evaluación de alternativas.....	4
III.	Conclusiones.....	5

# I. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS

El sistema ambiental regional del proyecto abarca un municipio de Huauachinango presenta vegetación de bosque mesófilo de montaña en sus diferentes estratos y en estado secundario, zonas urbanas y agricultura de temporal anual y permanente de acuerdo con datos de uso de suelo y vegetación SVI, por lo tanto se presenta una zona totalmente deteriorada por la gran actividad antropogénica y crecimiento demográfico del sitio, sin embargo, se registraron especies arbóreas y arbustivas nativas, se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), lo que permite aún mantener los relictos de vegetación nativa y regular las zonas agrícolas, conservación a la fauna y corrientes hidrológicas, así como la protección a la población y al entorno ecológico actual.

## I.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Los dos caminos en la actualidad se encuentra a nivel de terracería que por sus condiciones el mantenimiento es esporádico o escaso al considerarse como un camino rural, cuenta con un ancho variable el cual en algunos tramos tiene un ancho mínimo de 4.5 m en donde únicamente permite el tránsito de un solo vehículo, a este camino se conectan otros vecinales o rurales para acceder a los campos de cultivo utilizado principalmente por los propietarios o trabajadores, así mismo es una ruta alterna para acceder a las diferentes localidades, es utilizado para poder trasladarse a la cabecera municipal que es el centro de reunión y comercio, sin embargo, los dos caminos son muy utilizado por los pobladores aledaños, de igual manera puede ser utilizado como una ruta de evacuación alterna, en caso de desastre natural, pero por sus condiciones actuales no es viable.

Por lo anterior, a largo plazo en ambos caminos, se generan impactos no por la falta de una vía general de comunicación sino por las necesidades que se tendrán tanto de los habitantes de las localidades aledañas como de los comerciantes para el intercambio de mercancías.

## I.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En caso de realizar la modernización de los dos caminos, sin la aplicación de medidas preventivas y de mitigación se tendrán impactos sinérgicos los cuales se prevé que se vean reflejados en mayor porcentaje dentro del sistema ambiental, por lo tanto, se tendría lo siguiente:

- En caso de no llevar el adecuado manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos estos podrán o no ser dispuestos en contenedores, lo cual afectará al suelo, agua y aire, y ser arrastrados a otros sitios tanto por el viento o el agua durante la temporada de lluvias. En caso de presentarse derrames accidentales de residuos peligrosos en el suelo este prevalecerá sin tener una acción para remediar el efecto.
- La vegetación nativa arbórea y arbustiva puede ser afectada por el paso de la maquinaria, los trabajadores o personas ajenas a la obra podrán extraer individuos para su venta o consumo sin restricciones.
- La fauna silvestre y exótica puede ser atropellada por la maquinaria, no se tendrá la conservación de especies al no realizar la búsqueda de individuos previo al inicio de las obras, en caso de tener nidos activos estos estarán propensos a no respetar el tiempo de anidación y se pueden extraer los huevos para venta o consumo así mismo, al no tener registros de especies nativas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que podrán ser cazados para venta o consumo los trabajadores o personas ajenas a la obra.
- No se realizará la limpieza dentro del derecho de vía por lo que la contaminación prevalecerá, en el caso de la obra de drenaje existente continuará su azolve y en temporada de lluvias la basura que se encuentra en el cauce del escurrimiento será arrastrada aguas abajo.

- La maquinaria podrá transitar por cualquier parte del área del proyecto generando impactos al suelo y a la flora, abriendo caminos de acceso no autorizados.
- Durante el movimiento de tierras se provocarán partículas suspendidas, así como durante su transporte en los camiones de volteo afectando la visibilidad de los trabajadores y de los conductores, lo que puede provocar accidentes.

### **I.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN**

Durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto, se llevarán a cabo las medidas que permitirán aminorar y compensar los posibles impactos que se generarán, las medidas preventivas evitarán la generación de impactos previstos, dentro de las principales se tienen:

- La disposición y separación de los residuos peligrosos y no peligrosos correctamente evitará afectaciones al ambiente, se instalarán contenedores especiales para cada tipo de residuo, por otra parte, el correcto funcionamiento de la maquinaria con su mantenimiento preventivo evitará fugas o derrames que puedan afectar al suelo.
- Mantener la armonía al no generar ruido es inevitable, se mitigarán las molestias al realizar los trabajos en horarios diurnos y colocación de silenciadores en el equipo que lo permita.
- Queda prohibido el derribo de individuos arbóreos y arbustivo que no estén autorizados, previa evaluación y autorización por parte de la autoridad ambiental, esta medida pretende conservar la vegetación natural. La vigilancia, rescate y reubicación de individuos arbustivos vulnerables de ser removidos promueve la conservación de la vegetación con las mismas condiciones a las encontradas.
- Las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre e incluso exótica pretende aminorar el atropello de individuos durante las etapas del proyecto, así como la conservación de fauna con la revisión de madrigueras y cuidado de nidos activos. Así mismo, queda prohibida la caza, captura o consumo de fauna nativa por parte de los trabajadores de la obra o cualquier persona ajena al proyecto.
- Una vez autorizado el desmonte, queda prohibido ejecutarlo con la utilización del uso de sustancias químicas o fuego o cualquier otra actividad que pueda afectar severamente las condiciones actuales de la vegetación y a la fauna, el derribo de árboles será manual y con el método direccional. Los restos del desmonte se utilizarán para el arrojamiento de los taludes o para cualquier otra actividad en donde sea útil su uso.
- Queda prohibido la extracción de flora y fauna silvestres para cualquier persona o trabajador, ya que estas pueden ser utilizadas para su comercio ilegal o consumo principalmente aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La basura que se encuentra en el derecho de vía es tanto de los habitantes de las viviendas que se encuentran a orillas o aledañas al trazo como aquella que es arrastrada por el viento, lo cual ha causado que el sitio esté contaminado por basura y dar una mala apariencia, por lo que al finalizar la modernización del camino durante la etapa de abandono del sitio se realizará la limpieza del derecho de vía retirando basura y material de la obra o ajena a esta.
- Se humedecerá el suelo a remover durante las terracerías y su transporte en camiones de volteo, evitando la generación de polvos y aportando a los trabajadores y conductores buena visibilidad para la ejecución de sus actividades.
- Se impartirán pláticas ambientales a los trabajadores y a los habitantes de las localidades beneficiadas de la importancia de la flora y fauna del lugar, así como de las consecuencias de la deforestación incontrolada, de cuidado del agua, entre otras que concienticen a la población del cuidado del ambiente.



- Toda maquinaria y equipo que se utilice para distintos trabajos se realizará su revisión diaria y previa para identificar fugas, queda prohibida la colocación del almacén temporal para RP cerca de zonas donde se encuentre escurrimientos intermitentes o perennes.

## II. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Dentro de las alternativas para el proyecto se propuso la ampliación de dos caminos con las características de un camino tipo C de acuerdo con las normas y especificaciones establecidos por la SCT, el primer camino con una longitud de camino contaría con una longitud de 3,113.216 m abarcando del km 0+000 al km 3+113.216, el segundo con una longitud de 13,338.243 m, del Km 0+000 al 13+338.243 Se realizó el análisis previo con el marco legal aplicable por lo que se identificaron los criterios de regulación ambiental y de uso de suelo que aunque se encuentren ubicados en el Área Natural Protegida Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, no se encuentra inconveniente alguno para la ejecución de este proyecto..

Por lo tanto, se determinó realizar su modernización con las características de un camino tipo D, que al respetar el camino existente se tendrá que modificar unas secciones de estos caminos, con el camino propuesto y descrito en el presente estudio de impacto ambiental no se contraponen ni pone en riesgo la calidad ecológica del sitio donde además proponen medidas preventivas y de mitigación las cuales

Como se puede observar en la imagen se tiene en color verde para el camino de 13,338.243 m y azul para el camino de 3,113.216 m, propuesta de la modernización para los caminos a un tipo C, en donde por las normas de SCT para la construcción de este tipo de caminos se requeriría de la alineación del trazo en algunos tramos por lo que esto afectaría a la vegetación natural y agrícola.

En color blanco se puede observar el trayecto de los dos caminos de terracería existentes los cuales la opción más viable para modernizarlos como caminos tipo D, el cual además de cumplir con la normatividad de construcción de la SCT no se afectará vegetación nativa y se respetará el trazo del camino sin realizar cambios de ruta que alteren la calidad ecológica del sitio.

Así mismo se observan que por la alineación de algunas curvaturas se modifica el cadenamamiento, sin embargo, esto no afecta el punto inicial y final del trazo.



Imagen 1. Como se puede observar en la imagen se tiene en color verde, que representa el camino de 13,338.243 metros la propuesta de la modernización el camino a un tipo C, en donde por las normas de SCT para la construcción de este tipo de caminos se requeriría de la alineación del trazo en algunos tramos por lo que esto afectaría a la vegetación natural y agrícola.



Imagen 2. En la imagen se tiene en color azul, lo que representa el camino de 3,113.216 metros la propuesta de la modernización el camino a un tipo C, en donde por las normas de SCT para la construcción de este tipo de caminos se requeriría de la alineación del trazo en algunos tramos por lo que esto afectaría a la vegetación natural y agrícola.

### III. CONCLUSIONES

Las obras relacionadas con la construcción o modernización de vías generales de comunicación y las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal, requieren de la autorización en materia ambiental por parte de la autoridad federal competente por las posibles alteraciones o afectaciones ambientales que procedan con la realización de estos trabajos; por lo que, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se presenta a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales la manifestación de impacto ambiental modalidad regional del presente proyecto para su análisis y resolución respectiva.

Dicho proyecto de modernización se realizará pavimentando los caminos con pavimento de concreto asfáltico para alojar dos carriles de circulación uno para cada sentido y la colocación de señalética horizontal y vertical, así mismo, incluye la construcción de obras de drenaje de losas y cunetas para mantener el flujo hídrico de la región, tendrá las características de un camino tipo D de acuerdo con la normatividad de construcción de la SCT.

El proyecto se encuentra inmerso en campos de cultivo, de acuerdo con las capas de uso de suelo y vegetación, corresponde a anual y permanente, así como zonas urbanas, sin embargo, aún se encuentran relictos de vegetación nativa arbórea y arbustiva secundaria de bosque mesófilo de montaña, por lo que se ejecutarán medidas preventivas y de mitigación para la conservación de la vegetación.

Para la conservación de la fauna silvestre se realizarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación para evitar ser atropellados durante las etapas del proyecto, por otra parte, las obras de drenaje que se construirán fungirán como pasos de fauna.

Traerá beneficios sociales principalmente la interconexión en el municipio con los caminos pavimentados y el accesos entre localidades, además de la mejora para el acceso de propietarios de vehículos para el intercambio de su mercancía, se reducirá el tiempo de traslado, a los usuarios se les proveerá de un camino eficiente y seguro el cual contará con las señales necesarias para su buen uso, por otra parte puede ser utilizado como una ruta alterna para el acceso a las localidades beneficiadas directamente.

Del análisis realizado al ordenamiento (POEGT) se tiene que las obras y actividades que se proponen para la modernización de los caminos, respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio no se tiene ninguna controversia con el ordenamiento, toda vez que, no establece limitaciones o restricciones para el desarrollo del

sector carretero en el país, además, este instrumento de política ambiental no tiene por objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, y es de carácter orientativo dirigido a la administración pública federal (APF).

Los programas nacionales de desarrollo, impulsan la conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y la terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso, así como, la construcción, modernización, y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal; por su parte, los planes de desarrollo estatal y municipal, de igual manera, impulsan la rehabilitación, la construcción, la modernización y la ampliación de carreteras y caminos para la óptima movilidad de los usuarios que transiten por estas vialidades estatales y municipales; por lo que, las obras y actividades que se proponen en el presente proyecto presentan reciprocidad con los objetivos señalados en los documentos de planeación analizados.

Es importante mencionar que el proyecto no tiene como objetivo el aprovechamiento o utilización de los recursos naturales renovables o no renovables de la región, ni su desarrollo generará contaminación permanente al aire, al agua y al suelo. Las obras y actividades que se proyectan únicamente requieren de la ocupación del suelo para su construcción y adecuado funcionamiento, es decir, el proyecto una vez construido no causará más impactos ambientales de los que, en su momento, durante su ejecución se puedan prever, atenuar y compensar, por lo que, la realización del proyecto en conjunto con las medidas de mitigación propuestas, no afectarán la integralidad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en la región a intervenir.

Hecho el análisis y la vinculación jurídica de todos y cada uno de los documentos normativos aplicables al proyecto, son parte de los trabajos y compromisos que impulsa el municipio de Huauchinango, los cuales se vinculan directamente con las disposiciones jurídicas en materia de infraestructura de transportes, además, dichos trabajos serán financiados con recursos federales, y por ende, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de un camino tipo D que establece la normatividad de la propia SCT previa autorización de las autoridades correspondientes; por lo que se concluye que la realización de las obras y actividades descritas en el contenido del presente manifiesto no presentan incongruencia o incompatibilidad con dichos ordenamientos, al contrario, se puede afirmar que la ejecución del proyecto es jurídica y formalmente viable al cumplir con estas disposiciones.

Una vez analizado el proyecto técnicamente con los componentes ambientales que se encuentran dentro del sistema ambiental regional delimitado para el proyecto no se generarán impactos sinérgicos debido a que la zona está deteriorada, además se realizó su vinculación con los ordenamientos, programas, planes, leyes y normas aplicables, en donde se concluyó que no se contraponen por lo tanto el proyecto es viable técnica, ambiental y jurídicamente.

# Capítulo VIII

## Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental.

### CONTENIDO

- I. Reporte fotográfico del camino Cuacuila – Xaltepec
- II. Reporte fotográfico del camino desviación de Alseseca a Cuahueyatla vía desviación Ayohuixcuatla
- III. Catálogo de flora
- IV. Reporte fotográfico fauna
- V. Presupuesto
- VI. Cédulas profesionales
- VII. Cartografía

### INFORMACIÓN DIGITAL

- Proyecto Cuacuila
- Proyecto Alseseca
- Coordenadas
- Archivos kmz
- Anexos de flora
- Anexos de fauna